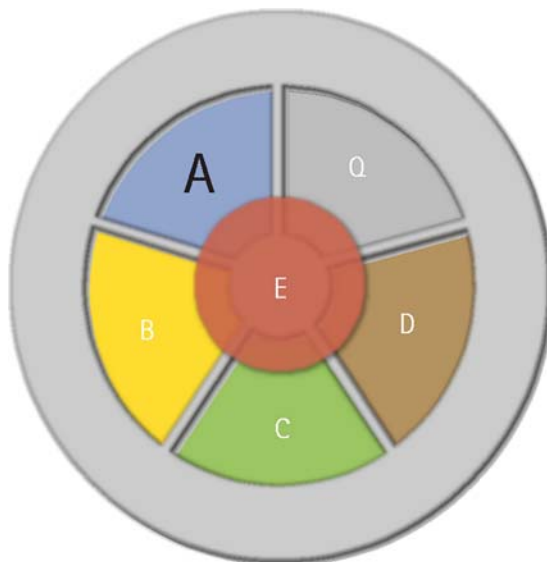


Abschlussbericht



MOBINET
Arbeitsbereich A

Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler

Die Deutsche Bibliothek – CIP Einheitsaufnahme

Abschlussbericht MOBINET, Arbeitsbereich A
Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler
Hrsg.: Fritz Busch, München, 2004
Lehrstuhl für Verkehrstechnik
der Technischen Universität München
ISBN 3-937631-06-2

Copyright ©

Lehrstuhl für Verkehrstechnik der Technischen Universität München 2004

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

FKZ für den Bereich des Lehrstuhls für Verkehrstechnik: 19 B 9818 W/9

ISBN 3-937631-06-2

ISSN 1612-9431

Lehrstuhl für Verkehrstechnik, Technische Universität München,

Arcisstraße 21, D-80333 München

Telefon: 089 / 289 – 22438, Telefax: 089 / 28 55 77

E-Mail: info@vt.bv.tum.de Internet: www.vt.bv.tum.de

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen

Zusammenfassung

0	Problemstellung, Zielsetzung und Gliederung des Arbeitsbereichs	1
1	Störfallmanagement bei der S-Bahn	5
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	5
1.2	Systemüberblick	6
1.3	Prognose des Betriebsablaufs	6
1.4	Maßnahmen zur Verringerung der Störungsfolgen	8
1.5	Auswirkung von Störungen auf die Fahrgäste.....	11
1.6	Beispiel für die Rückführung eines gestörten Betriebszustandes	12
1.7	Abschätzung des Nutzens.....	13
1.8	Vorbereitung der Realisierung.....	15
2	Untersuchung der Machbarkeit einer Stadt-Umland-Bahn	17
2.1	Problemstellung und Zielsetzung	17
2.2	Verkehrsfunktion und Linienverlauf	17
2.3	Infrastruktur und Fahrzeuge	19
2.4	Betriebskonzept.....	20
2.5	Abschätzung der Kosten	21
2.6	Tendenzen nach 2010.....	23
2.7	Empfehlungen	24
3	Verbesserung des Bus-Zubringerverkehrs zum regionalen SPNV	25
3.1	Problemstellung und Zielsetzung	25
3.2	Konzept der Flexiblen Betriebsweisen	26
3.3	Verfahren für den Entwurf des Angebots	28
3.3.1	Entwurf von Netz und Betriebsform	29
3.3.2	Fahrplanbildung	29
3.3.3	Ermittlung der Anzahl der Fahrzeuge	31
3.3.4	Rahmenfahrplan	32
3.4	Anmeldung von Fahrtwünschen und Steuerung des Betriebsablaufs.....	33
3.5	Ermittlung von Kenngrößen des Betriebsablaufs	34
3.6	Demonstration Flexibler Betriebsweisen im Landkreis Erding	34
3.7	Vorher-Nachher-Vergleich.....	38
4	Ausschöpfung der Potenziale des Bike-and-Ride	43
4.1	Problemstellung und Zielsetzung	43
4.2	Einschätzung der B+R-Situation in München durch Experten und Nutzer	44
4.3	Auswahl von Demonstratoren	45
4.4	Vorheruntersuchung	48
4.5	Entwicklung und Demonstration von Maßnahmen	51
4.6	Vorher-Nachher-Vergleich.....	53

5	Verbesserung des Park-and-Ride-Angebots.....	55
5.1	Problemstellung und Zielsetzung.....	55
5.2	Verfahren der Standortoptimierung	56
5.3	Standortoptimierung am Beispiel der Achse Erding	60
5.4	Erhebung von Parkentgelten	63
5.5	Demonstration der Erhebung von Parkentgelten.....	64
5.6	Vorher-Nachher-Vergleich der Erhebung von Parkentgelten	66
6	Parkraummanagement in innenstadtnahen Mischgebieten	69
6.1	Problemstellung und Zielsetzung.....	69
6.2	Ziele und Grundsätze einer Parkraumbewirtschaftung.....	69
6.3	Arbeitsschritte des Entwurfs von Maßnahmen	70
6.3.1	Ermittlung von vorhandenem Angebot und vorhandener Nachfrage	71
6.3.2	Festlegung von Art und Verortung der Parkregeln.....	74
6.4	Umsetzung der Maßnahmen	79
6.5	Vorher-Nachher-Vergleich	79
6.6	Überwachung der Funktionsfähigkeit der Parkregelung.....	83
7	Zusammenfassende Wirkungsanalyse	85
7.1	Grundsätzliche Vorgehensweise	85
7.2	Szenarien der MOBINET-A-Maßnahmen	86
7.3	Verfahren der Wirkungsanalyse	87
7.3.1	Potenzialabschätzung	87
7.3.2	Modalsplit-Prognose	87
7.4	Ergebnisse.....	89
7.4.1	Potenzialabschätzung.....	89
7.4.2	Modalsplit-Prognose	91
7.5	Schlussfolgerungen	95

Vorbemerkungen

An der Bearbeitung des Arbeitsbereichs A waren folgende Institutionen beteiligt:

- Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München,
- Referat für Stadtplanung und Bauordnung der Landeshauptstadt München,
- Kreisverwaltungsreferat der Landeshauptstadt München,
- Landkreis Erding,
- Münchner Verkehrs- und Tarifverbund GmbH,
- Park & Ride GmbH, München,
- DB Regio / S-Bahn München GmbH,
- BMW Group, München,
- SSP Consult GmbH, München,
- Mittelständische Unternehmen als Unterauftragnehmer.

Der Schlussbericht ist nach den Arbeitspaketen gegliedert (=Hauptkapitel). Am Ende eines jeden Hauptkapitels sind die Bearbeiter des Arbeitspaketes sowie die zugehörigen Veröffentlichungen und internen Berichte aufgeführt. Die erstgenannten Bearbeiter hatten jeweils die Federführung. Die Bearbeiter aus Institutionen, die dem MOBINET-Konsortium angehörten, werden namentlich genannt. Bei den Unterauftragnehmern wird nur der Name des Unternehmens angegeben. Die genannten Veröffentlichungen sind beim Lehrstuhl für Verkehrstechnik (früher Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung) der Technischen Universität München und die internen Berichte bei den jeweils genannten Institutionen zu beziehen.

Der Inhalt der einzelnen Kapitel dieses Schlussberichts entspricht dem Inhalt der jeweils zugrundeliegenden Berichte. Die Verantwortung für das methodische Vorgehen und die Korrektheit der Ergebnisse liegt bei den Projektleitern der einzelnen Arbeitspakete und nicht beim Verfasser dieses Schlussberichts.

Bei der Darstellung der Inhalte wurde Wert auf knappe und soweit wie möglich auch allgemein verständliche Formulierungen gelegt. Dadurch kommt an einigen Stellen der Nachweis der wissenschaftlichen Fundierung zu kurz und Verfahrensschritte und Ergebnisse konnten nicht überall in der wünschenswerten Detaillierung wiedergegeben werden. Diesbezüglich wird auf die Veröffentlichungen und die internen Berichte verwiesen, die am Ende der Kapitel aufgelistet sind.

Die Bearbeitung des Arbeitsbereichs A erfolgte von Januar 1999 bis Dezember 2003. Der vorliegende Schlussbericht wurde im Januar 2004 erstellt. Redaktionsschluss war der 20.2.2004. Geringfügige Textergänzungen erfolgten im Juni 2004.

Die wissenschaftliche Leitung des Arbeitsbereichs und die Anfertigung des Schlussberichts lag bei:

Univ.-Prof. i.R. Dr.-Ing. Peter Kirchhoff,

ehemals Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München.

Zusammenfassung

Im Arbeitsbereich A werden Möglichkeiten zur Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler untersucht. Im Mittelpunkt stehen dabei die Pendler zwischen Umland und Kernstadt. Sie benutzen heute noch überwiegend das Auto. Dies hat zur Folge, dass sich auf den Einfallstraßen Staus bilden und eine übermäßige Parkraumnachfrage in den innenstadtnahen Mischgebieten entsteht.

Die Verlagerung eines weiteren Teils des Pendlerverkehrs auf den ÖPNV ist nicht nur durch eine einzelne Maßnahme zu erreichen, sondern erfordert ein Bündel von Maßnahmen, die sowohl Pull-Effekte als auch Push-Effekte erzeugen.

Maßnahmen, die Verkehr zum ÖPNV ziehen (Pull-Effekt), sind:

- Verbesserung des Angebots des regionalen Schienenpersonennahverkehrs (SPNV),
- Verbesserung des Bus-Zubringerverkehrs aus der Fläche zum regionalen SPNV.

Die wichtigste Maßnahme, die Verkehr vom MIV weg schiebt (Push-Effekt), ist die

- Parkraumbewirtschaftung; sie ist Teil des Parkraummanagements.

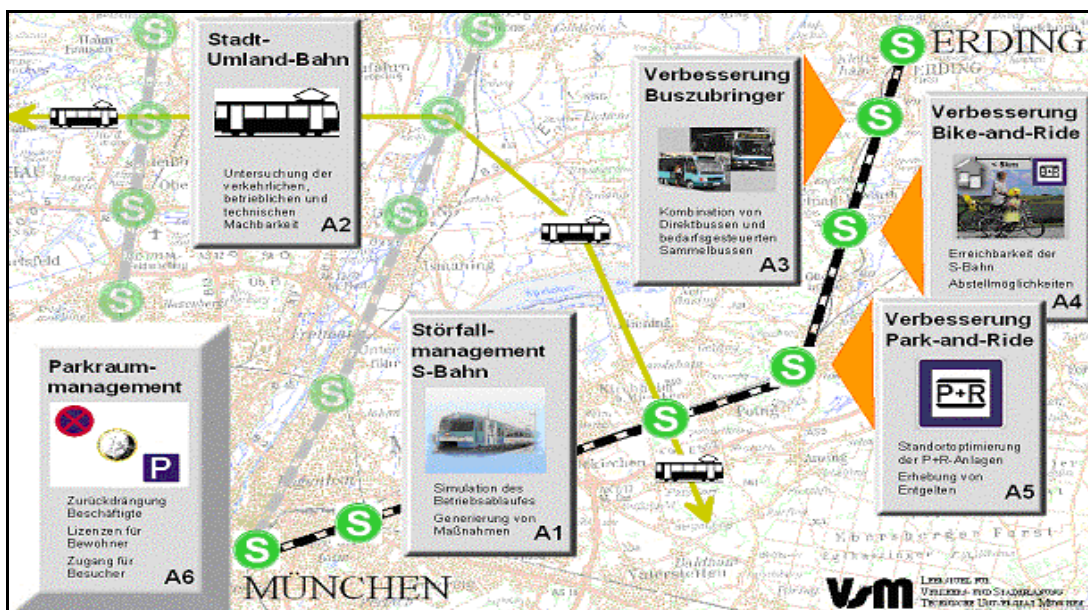
Das Parkraummanagement konzentriert sich hier auf die Bewirtschaftung des Parkraums im Straßenraum. Bewirtschaftungsmaßnahmen sind die Erhebung von Parkgebühren und die Begrenzung der Parkdauer. Einsatzgebiete der Parkraumbewirtschaftung sind neben der Innenstadt die innenstadtnahen Mischgebiete.

Eine Kombination von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr entsteht bei

- Bike-and-Ride (B+R),
- Park-and-Ride (P+R).

B+R und P+R sind Verkehrsmittel der Wahl, wenn das ÖPNV-Angebot weiterer als fußläufiger Entfernung von der Wohnung nicht ausreichend attraktiv ist (deshalb Benutzung des IV) und die Autonutzung durch Stau auf den Straßen und Parkplatzmangel am Ziel erschwert ist (deshalb Benutzung des ÖPNV).

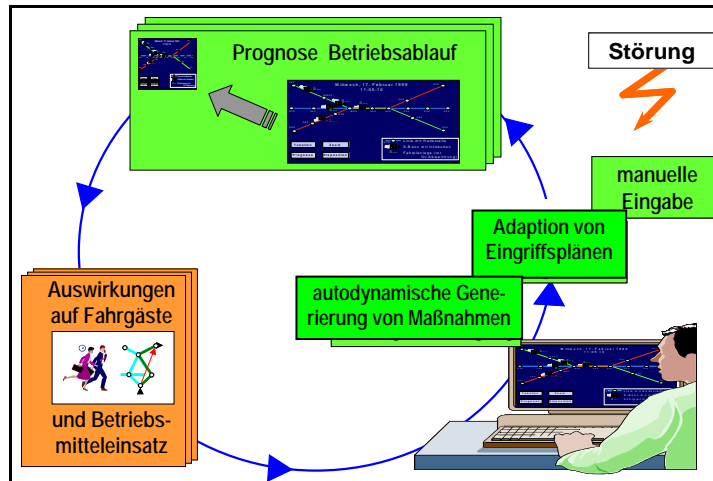
Die Gesamthematik des Arbeitsbereichs wird in einzelne Arbeitspakete A1 bis A6 aufgeteilt:



Hinzu kommt ein Arbeitspaket 7 mit einer zusammenfassenden Wirkungsanalyse.

Störfallmanagement bei der S-Bahn

Für das Störfallmanagement bei der S-Bahn wurde das Verfahren SALTOS entwickelt, das die Funktionen eines Betriebsleitsystems unterstützt. Betriebsleitsysteme sind im ÖPNV der großen Städte schon seit Jahrzehnten Stand der Technik. Im regionalen Bahnverkehr besteht auf diesem Gebiet dagegen noch ein großer Entwicklungsbedarf.



Das Verfahren SALTOS weist folgende Besonderheiten auf:

- Für den Disponenten reicht es nicht aus, lediglich über den Ist-Zustand informiert zu werden. Die Prognose des Betriebsablaufs zeigt ihm deswegen an, ob etwaige Störungen von selbst wieder verschwinden oder sich aufschaukeln.
- Der Disponent ist angesichts der komplexen Zusammenhänge überfordert, wenn er die Suche nach geeigneten Maßnahmen intuitiv durchführen soll. Aus diesem Grunde unterstützt ihn der Rechner durch eine autodynamische Generierung von Maßnahmen.
- Die Bewertung der Wirkungen erfolgt anders als in den städtischen Leitsystemen nicht nur im Hinblick auf den Fahrzeug- und Fahrereinsatz, sondern vorrangig im Hinblick auf die Betroffenheit der Fahrgäste.

Das Verfahren kann keine primären Störungen wie z.B. Personenschäden oder defekte Signale und Weichen verhindern, sondern lediglich die Störungsfolgen minimieren:

- Während der Dauer der Störung kommen vorgefertigte Eingriffspläne zum Einsatz. Der Rechner passt den vom Disponenten ausgewählten Plan auf der Grundlage der aktuellen Störungslage an die jeweiligen Randbedingungen an.
- Nach Beendigung der Primärstörung wird der Betriebsablauf schnellstmöglich in den fahrplanmäßigen Zustand zurückgeführt. Dazu schlägt der Rechner Maßnahmen vor.

Nach dem Ende der Primärstörung werden die Störungsfolgen beseitigt durch

- globale Maßnahmen, welche die Zuordnung der Züge zu den Kursen so verändern, dass die Abweichungen vom Fahrplan möglichst gering werden,
- lokale Maßnahmen, welche die nach dem Einsatz der globalen Maßnahmen verbliebenen Verspätungen auflösen.

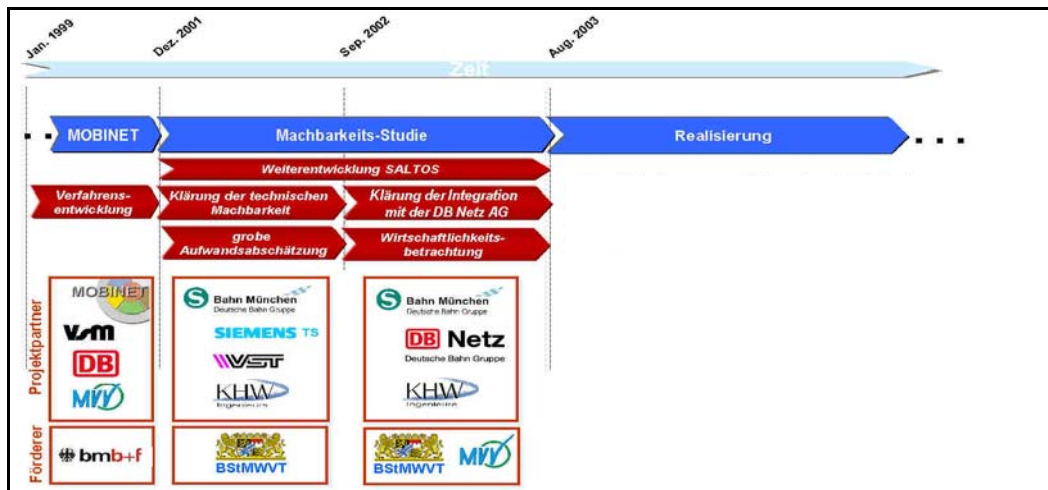
Über den Online-Einsatz hinaus kann das Verfahren genutzt werden, um mit Hilfe der Simulation des Betriebsablaufs die Wirkung von Infrastrukturmaßnahmen oder von Fahrplanveränderungen auf die Robustheit des Betriebsablaufs zu untersuchen. Außerdem lässt sich die Simulation des Betriebsablaufs auch für ein Fahrgastinformationssystem nutzen.

Das Verfahren wurde vom Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung unter Mitwirkung der S-Bahn München GmbH entwickelt.

MOBINET–A: Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler Zusammenfassung

Die Umsetzung des Verfahrens in die Praxis war im Projekt MOBINET von Anfang an nicht vorgesehen. Eine Demonstration konnte deshalb nur unter Laborbedingungen erfolgen. Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, das nicht an MOBINET beteiligt war, hatte sich zu Beginn des Projektes bereit erklärt, bei positivem Ergebnis die Umsetzung des Verfahrens zu fördern.

Die Verfahrensentwicklung war im Dezember 2001 abgeschlossen. Mit Förderung des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie wurden anschließend die technische Machbarkeit in Zusammenarbeit mit der Industrie und die organisatorische Machbarkeit gemeinsam mit DB Netz untersucht.



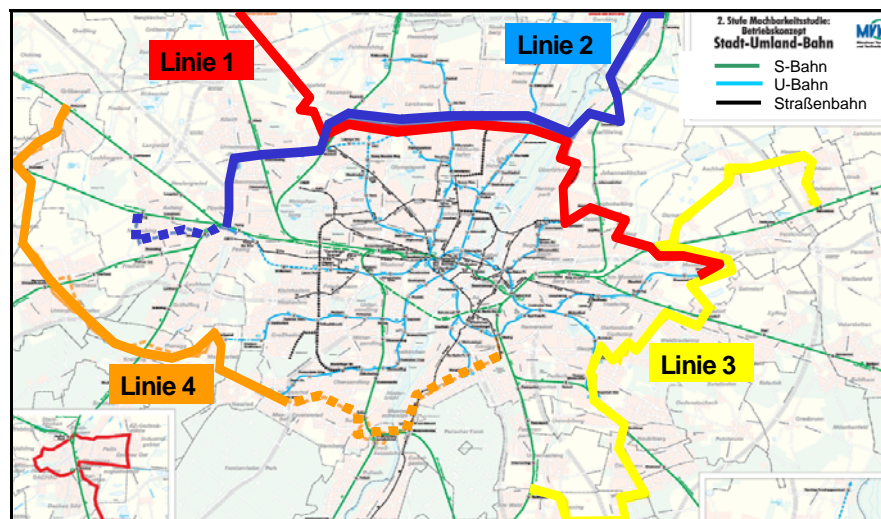
Beide Untersuchungen kamen zu einem positiven Ergebnis.

Machbarkeit einer Stadt-Umland-Bahn

Bei der Stadt-Umland-Bahn handelt es sich um ein System zur Erschließung des Umlandes und seiner Anbindung an die Kernstadt. Vorbild sind entsprechende Bahnen in Karlsruhe und Saarbrücken.

In München soll das System dazu dienen, sekundäre Siedlungsachsen, die sich im Umland zwischen den primären S-Bahn-Achsen zunehmend herausbilden, an die Kernstadt anzubinden und tangentielle Verbindungen zwischen den Achsen zu schaffen.

Aufgrund einer Abschätzung der Fahrgastpotenziale wurde das nachfolgend dargestellte Netz entworfen. Es ist im Hinblick auf eine stufenweise Realisierung in vier Linien unterteilt:



Die Machbarkeit dieses Netzes wurde in folgenden Schritten untersucht:

- Überprüfung der technischen Realisierbarkeit,
- Aufstellung eines Betriebskonzeptes,
- Ermittlung der Investitions- und Betriebskosten,
- Bewertung von Nutzen und Kosten.

Die Machbarkeitsstudien wurden nicht aus MOBINET-Mitteln finanziert, sondern aus Mitteln der betroffenen Gebietskörperschaften im Münchener Umland. Wegen seiner thematischen Nähe wurde es jedoch in MOBINET eingebunden. Das Projekt stand unter der Federführung des MVV. An den Arbeiten beteiligt waren neben dem MVV der Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung der TU München sowie eine Reihe externer Beratungsunternehmen.

Die Entscheidung über die Realisierung der Stadt-Umland-Bahn liegt bei den betroffenen Gemeinden. Angesichts der z.Zt. noch geringen Fahrgastzahlen ist eine baldige Realisierung nur in den stärker belasteten Teilabschnitten zu erwarten.

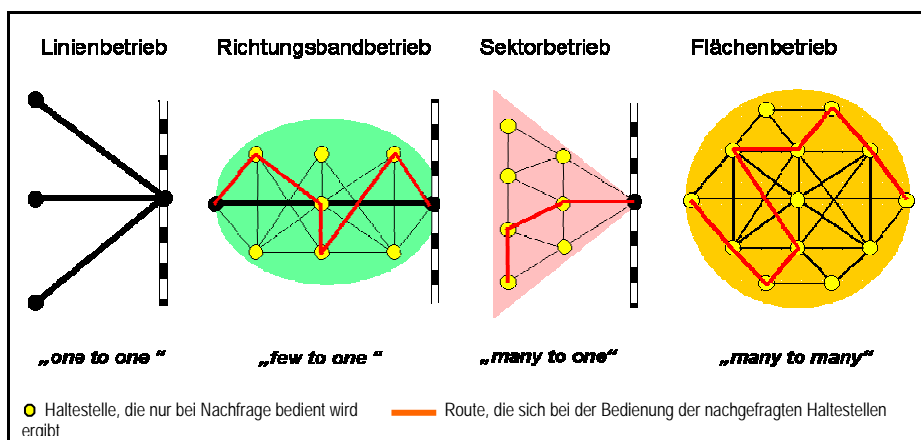
Dennoch hat das System mittelfristig eine Perspektive: Die zu erwartende Bevölkerungsentwicklung (landesweite Abnahme, Gleichbleiben in den Metropolregionen), die noch fortschreitende Suburbanisierung, das Nachlassen der Achsenbesiedlung im Außenbereich (u.a. wegen der zu erwartenden Verringerung der steuerlichen Abschreibungsmöglichkeit für den Weg zur Arbeit) sowie die bereits in Gang befindliche Abwanderung städtischer Gewerbebetriebe in das Umland lassen mittelfristig eine Ausweitung der Besiedlung in die kernstadtnahen Achsenzwischenräumen erwarten. Eine solche Flächennutzungsstruktur lässt sich nur durch ein schienengebundenes ÖPNV-System erfolgreich erschließen.

Verbesserung des Bus-Zubringers zum regionalen SPNV

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis des ÖPNV im ländlichen Raum kann verbessert werden, wenn das Angebot durch den Einsatz flexibler Betriebsweisen besser an die Nachfrage angepasst wird.

Im Mittelpunkt der flexiblen Betriebsweisen stehen nachfragegesteuerte Betriebsformen, bei denen in Räumen und zu Zeiten geringer Verkehrsnachfrage die Haltestellen nur dann bedient werden, wenn dort aktuell Einstiegs- oder Ausstiegswünsche bestehen. Auf diese Weise lassen sich Streckenlänge und Fahrzeit reduzieren und dadurch Kosten einsparen. Gleichzeitig wird es möglich, ohne zusätzlichen Aufwand die Haltestellendichte zu erhöhen.

Bei der Betriebsform kann zwischen folgenden Ausprägungen unterschieden werden:



Die erläuterten Betriebsformen stehen nicht nebeneinander, sondern können räumlich und zeitlich miteinander kombiniert werden (darum der Begriff „flexibel“).

MOBINET–A: Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler Zusammenfassung

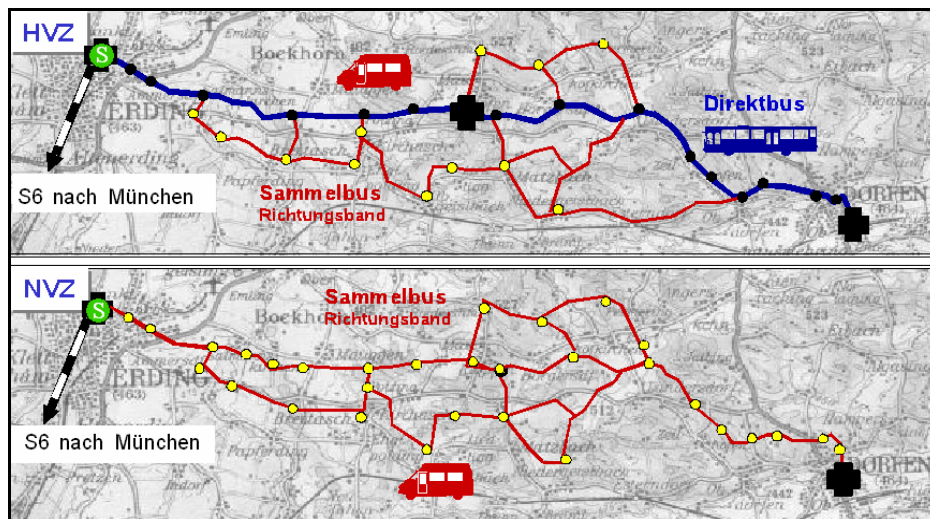
Die Vorteile der nachfragegesteuerten Betriebsformen werden verstärkt, wenn sie mit unterschiedlichen Fahrzeuggrößen verknüpft und neben den regionalen Verkehrsunternehmen auch private Bus- und Taxi-Unternehmen an der Leistungserstellung beteiligt werden.

Kostenrechnungen am Beispiel des Landkreises Erding haben gezeigt, dass die nachfragegesteuerten Betriebsformen erhebliche Einsparungen bringen. Weitere Einsparungspotenziale liegen in verbesserten Planungsverfahren sowie der Einführung des von der EU geforderten Wettbewerbs. In der Summe dieser drei Komponenten erscheinen Einsparungen für den ÖPNV des ländlichen Raums in der Größenordnung von 30 bis 50% oder eine entsprechende Verbesserung der Angebotsqualität bei gleichbleibenden Kosten möglich.

Nachfragegesteuerte Betriebsformen sind nicht zwangsläufig auf den ländlichen Raum begrenzt, sondern lassen sich auch in der Großstadt einsetzen, wenn in den verkehrsschwachen Zeiten beim Zubringer- und Verteilerverkehr zu und von den außen liegenden U-Bahn-Haltestellen Kosten eingespart werden sollen.

Die Entwicklung der Flexiblen Betriebsweisen hat nicht erst mit dem Projekt MOBINET begonnen, sondern reicht zurück bis auf den „Rufbus Friedrichshafen“ Ende der 70-er Jahre. Die Arbeiten in MOBINET bauen auf diesen Arbeiten auf und befassen sich mit der speziellen Thematik der Kombination von Direktbussen und Sammelbussen.

Die Entwicklung und Erprobung von Direktbussen und Sammelbussen erfolgte im Landkreis Erding. Das System hat folgendes Aussehen:



Während der Hauptverkehrszeit (HVZ) werden der Direktbus in der Form des herkömmlichen Linienbetriebs und der Sammelbus in der Form des nachfragegesteuerten Richtungsbandbetriebs arbeitsteilig eingesetzt. Auf diese Weise wird sowohl eine schnelle Verbindung zwischen den Hauptorten als auch ein hoher Sammeleffekt für die Orte in abseitiger Lage erreicht. Während der Normalverkehrszeit (NVZ) mit ihrer i.d.R. geringen Nachfrage übernimmt der Sammelbus auch die Bedienung der Orte entlang der Hauptstraße.

Die Arbeiten wurden vom Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung unter Mitarbeit des Landkreises Erding und des MVV durchgeführt.

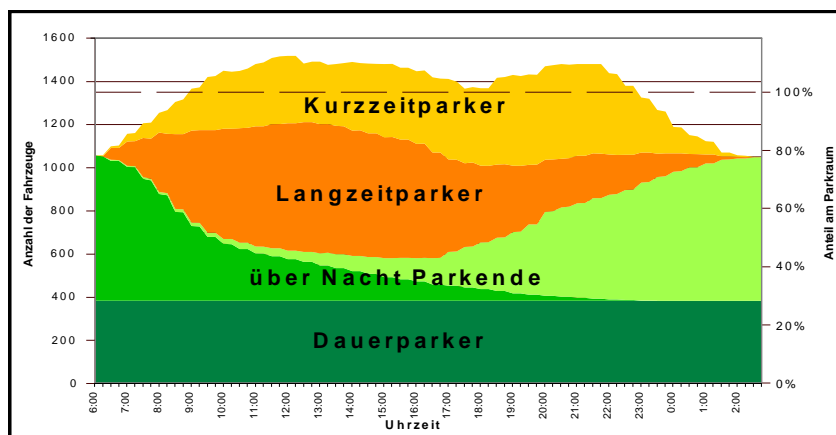
Der nachfragegesteuerte Betrieb im Landkreis Erding läuft erfolgreich und ist von einem Demonstrationsbetrieb inzwischen in einen Dauerbetrieb übergegangen.

Parkraummanagement in innenstadtnahen Mischgebieten

In den innenstadtnahen Mischgebieten ist die Situation des ruhenden Verkehrs angespannt. Langfristig ist der Parkraummangel nur durch den Bau von Quartiersgaragen zu beheben. Dem stehen jedoch häufig ein Mangel an nutzbaren Flächen, technische Schwierigkeiten, hohe Kosten und der Widerstand von Anwohnern entgegen. Kurzfristig ist deshalb eine Mangelverwaltung erforderlich, bei welcher die knappen Stellplätze im Straßenraum nach dem Nutzen vergeben werden, den das Parken für das jeweilige Gebiet bringt.

Die innenstadtnahen Mischgebiete weisen Wohnungen, Geschäfte sowie Einrichtungen für Dienstleistungen, Bildung und Freizeit auf. Dabei dominiert die Wohnnutzung. Produzierendes Gewerbe ist dagegen selten. Nutzergruppen des Parkraums sind demgemäss Bewohner, ortsansässige Geschäftsleute, Besucher (zum Einkaufen, zu privaten und dienstlich / geschäftlichen Erledigungen sowie zum Besuch von Veranstaltungen, Gaststätten und Privatpersonen), Beschäftigte, die außerhalb des Gebietes wohnen, und Dienstleister (z.B. Handwerker). Hinzu kommt ein Stellplatzbedarf für Lieferanten, die während des Ladevorgangs allerdings nicht parken sondern halten. Hotelgäste sind für die Dauer ihres Aufenthalts den Bewohnern gleichzustellen.

Um die vorhandenen Probleme erkennen zu können, wurde die Besetzung der Stellplätze differenziert nach Tageszeit und Parkdauer erfasst:



Etwa 30% der Stellplätze werden von Dauerparkern belegt, die sich während der gesamten Erhebungsdauer nicht von der Stelle bewegen. Dies sind vor allem Bewohner, die mit dem ÖPNV zur Arbeit fahren und ihr Auto tagsüber vor der Wohnung stehen lassen. Weitere rd. 50% der Stellplätze werden von Bewohnern in Anspruch genommen, die nur über Nacht dort parken und tagsüber das Gebiet verlassen. Die dadurch frei gemachten Stellplätze werden von Beschäftigten besetzt, die von außerhalb des Gebietes und zu einem großen Teil auch aus dem Umland kommen. Dabei handelt es sich um Langzeitparker, die während ihrer gesamten Arbeitszeit dort parken. Die später eintreffenden, kurzzeitparkenden Besucher und der Wirtschaftsverkehr finden dann keinen Stellplatz mehr.

Da es in der Regel nicht möglich sein wird, den gesamten Stellplatzbedarf zu decken, müssen Prioritäten gesetzt werden. Der Stellplatzbedarf der Bewohner und des Lieferverkehrs muss Vorrang haben und auch die Besucher und Dienstleister sollten, soweit irgend möglich, ausreichend Stellplätze finden. Beides kommt der Wohnqualität und der Wirtschaftskraft des Gebietes zugute. Dagegen sollten die in dem Gebiet Beschäftigten dazu gebracht werden, den ÖPNV zu benutzen. Dies erscheint zumutbar, weil der ÖPNV in der Innenstadt meist ein gutes Angebot aufweist. Berufspendler aus dem Umland, für die das ÖPNV-Angebot an ihrem Wohnort schlecht ist, sollten von der Möglichkeit des Park-and-Ride oder des Bike-and-Ride Gebrauch machen oder mit dem Zubringer-Bus zur Bahn fahren.

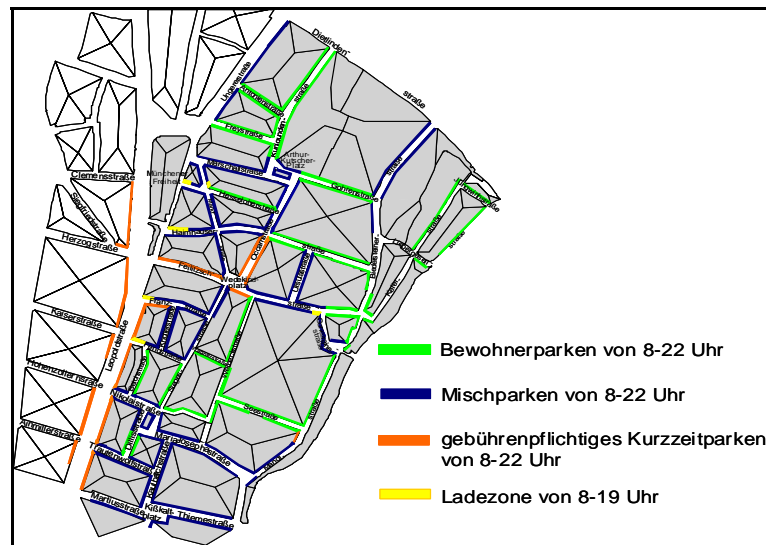
MOBINET–A: Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler Zusammenfassung

Eine derartige Priorisierung ist mit folgender Parkregelung zu erreichen:

- Kostenloses Lizenzparken für Anwohner und Geschäftsleute mit Parkausweis,
- gebührenpflichtiges Parken kombiniert mit einer Parkdauerbegrenzung für alle Nutzer,
- Mischparken ohne Parkdauerbegrenzung, für Anwohner und Geschäftsleute kostenlos, sonst gebührenpflichtig.

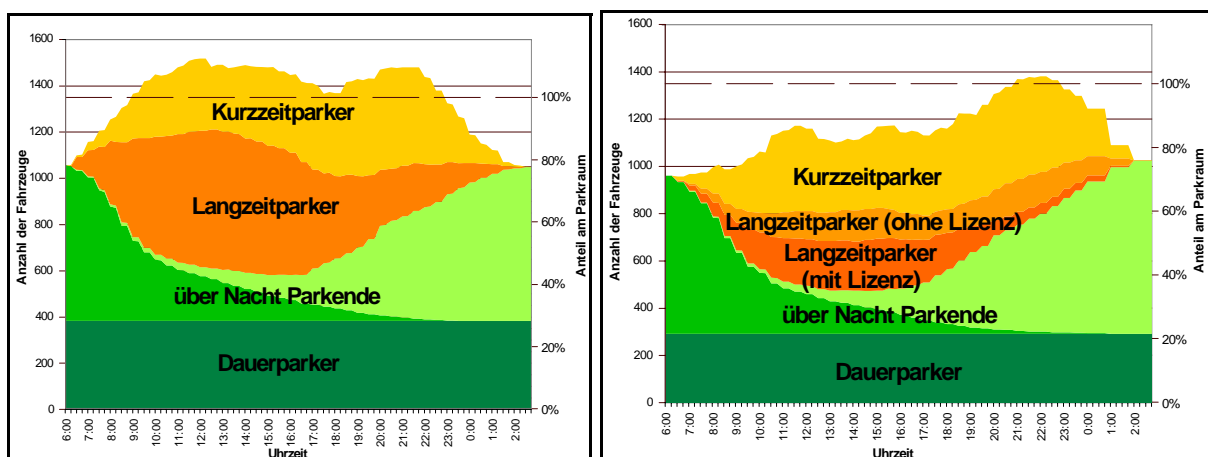
Hinzu kommen Ladezonen.

Die verschiedenen Parkregeln werden den Straßenabschnitten entsprechend ihrer Nutzung und ihrer Lage im Gebiet zugeordnet:



Die Parkraumbewirtschaftung wurde in den Jahren 2001 und 2002 in den Stadtbezirken Alt-Schwabing (aus diesem Bezirk stammen die hier wiedergegebenen Bilder), Schwabing-Mitte und Lehel-Nord eingeführt. Ein Schwerpunkt der Bearbeitung lag auf der Erläuterung und Durchsetzung des Bewirtschaftungskonzeptes und der einzelnen Maßnahmen gegenüber den Politikern und den Einwohnern.

Die Parkraumbewirtschaftung hat folgende Veränderungen des Parkgeschehens gebracht:



Mit der Parkregelung ist es gelungen, einen großen Teil der langzeitparkenden Beschäftigten zu verdrängen und ausreichenden Parkraum nicht nur für die Bewohner und die ortsansässigen Geschäftsleute, sondern auch für die Besucher und den Wirtschaftsverkehr bereitzustellen. Problematisch bleibt allerdings das Parken der Gaststättenbesucher am Abend.

Nach kontroversen Diskussionen bei der Vorbereitung der Parkraumbewirtschaftung hat die realisierte Parkregelung während der Demonstration überwiegende Zustimmung bei den Einwohnern gefunden.

Das Projekt stand unter der Federführung der BMW Group. Die wissenschaftliche Bearbeitung erfolgte durch den Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung. Weiterhin arbeiteten das Referat für Stadtplanung und Bauordnung und das Kreisverwaltungsreferat der LHM mit.

Die Parkraumbewirtschaftung hat die Parksituation in den Demonstratoren Schwabing und Lehel deutlich verbessert. Sie wird gegenwärtig auf Haidhausen ausgeweitet und soll so bald wie möglich im gesamten Bereich zwischen dem Altstadtring und dem Mittleren Ring eingeführt werden.

Verbesserung des gebrochenen Verkehrs IV / ÖPNV

Der Anteil des MIV am Pendlerverkehr kann verringert werden, wenn anstelle durchgehender Autofahrten B+R oder P+R benutzt werden. B+R und P+R sind das Ventil, wenn Umlandpendler durch die Parkraumbewirtschaftung aus den innenstadtnahen Mischgebieten verdrängt werden und im näheren Umfeld ihrer Wohnung keine attraktive ÖPNV-Bedienung finden.

Ausschöpfung der Potenziale des Bike-and-Ride

Bei den Untersuchungen zu Bike-and-Ride ging es um die Frage, welche Maßnahmen die Attraktivität des B+R erhöhen können und welche Potenziale an B+R-Nutzern sich dadurch gewinnen lassen. Diese Fragen waren anhand von Feldversuchen („Demonstratoren“) zu klären. Die möglichen Standorte für die Demonstratoren wurden nach Gebietsklassen differenziert und anhand verkehrlicher Merkmale jeweils auf ihre Eignung überprüft. Ausgewählt wurden die drei Standorte Grafing-Bahnhof, Kieferngarten und Pasing:



Der Demonstrator Pasing konnte trotz intensiver Bemühungen der Projektbearbeiter wegen Schwierigkeiten im Planungsverfahren und bei der städtebaulichen Einbindung nicht im Rahmen von MOBINET realisiert werden.

An den verbliebenen Demonstratoren wurden die Nutzer nach ihren Präferenzen für die unterschiedlichen Maßnahmen befragt. Dabei ergaben sich folgende Forderungen:

- ausreichende Anzahl an Fahrradständern,
- mehr Abstand zwischen den Fahrradständern,
- bessere Beleuchtung,
- Diebstahlschutz,
- Überdachung,

- bequeme Erreichbarkeit der B+R-Anlage aus dem Straßennetz,
- Nähe der Fahrradständer zum Bahnsteig,
- Sauberkeit,
- Einsehbarkeit von der Straße und vom Bahnsteig (soziale Kontrolle),
- Videoüberwachung.

Die Einschätzung dieser Maßnahmen variiert zwischen den verschiedenen Demonstratoren nur in geringem Umfang.

Das hohe Potenzial von B+R wird dadurch deutlich, dass Zunahmen der B+R-Nutzung zwischen 20% und 35% festgestellt wurden. Sie sind allerdings z.T. aus Stichprobenerhebungen abgeleitet worden, die nur einen geringen Umfang hatten.

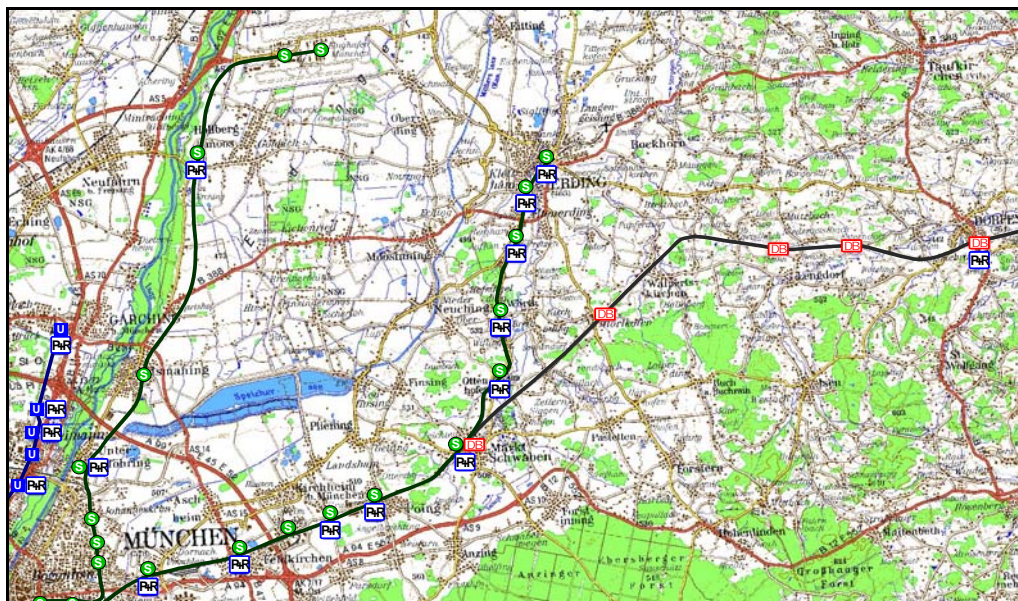
Das Projekt wurde von der Fa. SSP unter Mitwirkung des Referats für Stadtplanung und Bauordnung der LHM bearbeitet.

Verbesserung des Angebots für Park-and-Ride

Die Park-and-Ride-Untersuchung unterteilte sich in eine Standortoptimierung und eine Erhebung von Parkentgelten. Bei der Standortoptimierung stand die Entwicklung eines Verfahrens im Vordergrund und bei der Entgelterhebung die Demonstration.

Ziel der Standortoptimierung ist es, die räumliche Verteilung des P+R-Angebots derart vorzunehmen, dass sie so weit wie möglich der räumlichen Verteilung der Wohnbevölkerung entspricht. Nur auf diese Weise lassen sich die unter Umweltgesichtspunkten erstrebenswerten kurzen Wegeanteile mit dem Pkw erreichen und ein Fahrgastverlust der S-Bahn durch Autofahrten bis zu den U-Bahn-Haltestellen am Rande der Kernstadt vermeiden. Dem Bemühen nach einer optimalen räumlichen Verteilung der P+R-Standorte, das den Neubau und die Erweiterung bestehender Anlagen einschließt, sind allerdings durch begrenzte Flächenverfügbarkeit, technische Probleme, hohe Kosten und teilweise auch mangelnde politische Zustimmung Grenzen gesetzt.

Die Entwicklung und Demonstration des Verfahrens der Standortoptimierung erfolgte am Beispiel der S-Bahn-Achse Erding und der benachbarten U-Bahn-Achse Garching:



Das Verfahren liefert die bestmögliche räumliche Verteilung des P+R-Angebots. Der Vergleich der mittleren Pkw-Weglänge zwischen heutigem Zustand und Optimalfall zeigt, dass mit Hilfe des Verfahrens die mittlere Weglänge der Pkw-Fahrt von 9 km auf 4,5 km gesenkt

MOBINET–A: Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler

Zusammenfassung

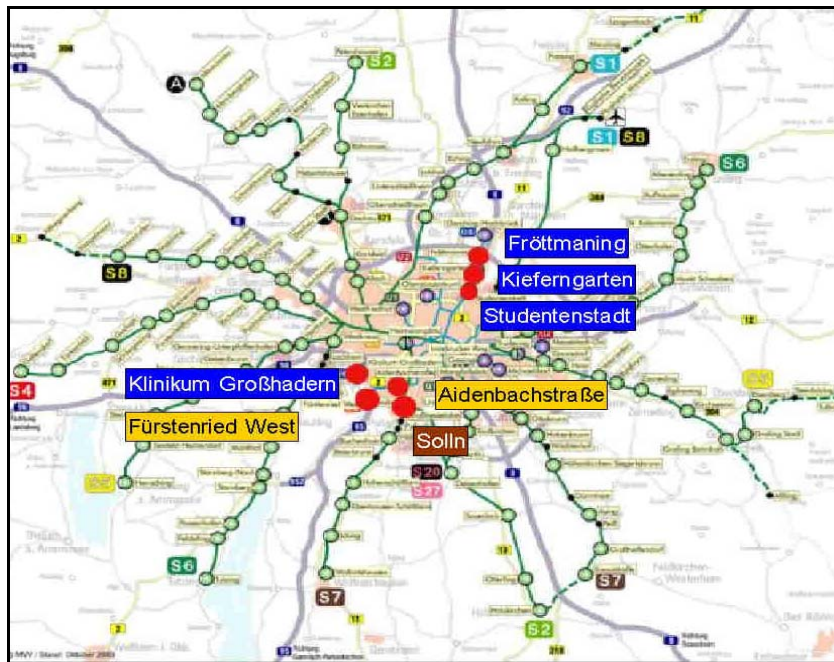
werden könnte. Die Standortoptimierung basiert auf Methoden des Operation Research. Da das Verfahren mathematisch anspruchsvoll ist und eine Befragung der P+R-Nutzer an allen Anlagen eines Sektors erfordert, kommt die praktische Anwendung nicht so recht in Gang.

Das Verfahren wurde vom Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung unter Mitwirkung des Referats für Stadtentwicklung und Bauordnung der LHM und der BMW Group entwickelt.

Ziel der Erhebung von Parkentgelten ist es, Fremdparker, die zwar den Parkplatz nutzen, aber nicht mit dem ÖPNV fahren, von den P+R-Anlagen fernzuhalten und von den übrigen Nutzern einen Beitrag zu den Betriebskosten zu erheben. Durch einen Anstieg der Entgelthöhe von außen nach innen soll der Neigung entgegengewirkt werden, dass mit dem Auto aus dem Umland sehr weit bis an den Stadtrand gefahren wird.

Die Erhebung von Parkentgelten musste in MOBINET auf städtische Anlagen beschränkt werden, weil im Umland die Zustimmung der Gemeinden und der Bahn erforderlich ist. Dennoch ist die Verbesserung der P+R-Situation eine wichtige Zukunftsaufgabe für die gesamte Region.

Demonstratoren waren eine Reihe unterschiedlich strukturierter und unterschiedlich gelegener P+R-Anlagen innerhalb des Stadtgebiets:



Namen der P+R-Anlagen:

Blau: Lage an der U 6, Gelb: Lage an der U 3, Braun: Lage an der S 7

Die Parkgelderhebung erfolgte sowohl mit Hilfe von Parkscheinautomaten als auch mit Hilfe von Abschränkungen. Die Gebühren betragen teilweise 0,5 €/Tag und teilweise 1 €/Tag.

Insgesamt wurde die Erhebung von Parkentgelten von den Nutzern akzeptiert. Die Nutzungsrückgänge hielten sich in Grenzen. Sie sind grundsätzlich erwünscht, wenn sie daraus resultieren, dass Fremdparken verringert wird und Nutzer aus dem Umland veranlasst werden, weiter außen gelegene Stellplätze zu benutzen.

Das Projekt wurde von der P+R GmbH München unter Mitwirkung des Referats für Stadtplanung und Bauordnung der LHM bearbeitet. Angesichts der erfolgreichen Demonstration hat der Münchener Stadtrat beschlossen, die Entgelterhebung fortzusetzen und auch die übrigen städtischen P+R-Anlagen einzubeziehen.

Fazit

Die Forschungsziele der einzelnen Arbeitspakete des Arbeitsbereichs A sind vollständig und ohne Einschränkungen erreicht worden. Die vorgesehenen Demonstrationen wurden bis auf die Bike-and-Ride-Anlage Pasing vollständig realisiert und in einen Dauerbetrieb überführt. Die Ergebnisse werden von der Politik und der Bevölkerung überwiegend positiv beurteilt.

Die Wirkungen, die sich durch den Verbund aller Maßnahmen des Arbeitsbereichs A ergeben, wurden in einer Potenzialanalyse und einer Wirkungsprognose untersucht.

Die Potenzialanalyse wurde durchgeführt, um schon vor der Realisierung der Maßnahmen Hinweise auf die Beurteilung durch die Verkehrsteilnehmer und deren Einschätzung der zu erwartenden Gesamtwirkungen der Maßnahmen zu bekommen. Dazu wurde die Bevölkerung im Untersuchungsgebiet in einer 2-stufigen Stichprobe von jeweils rd. 2.500 Personen über ihr bisheriges Verkehrsverhalten und über mögliche Verhaltensänderungen aufgrund der ins Auge gefassten MOBINET-A-Demonstratoren befragt.

Aus diesen Ergebnissen sind folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

- Das Auto hat im Bewusstsein der Verkehrsteilnehmer einen hohen Stellenwert mit hoher subjektiver Bindungsintensität.
- Auto-Mitfahrer würden lieber Auto-Selbstfahrer als ÖPNV-Teilnehmer werden.
- ÖPNV-Benutzer würden am liebsten mit dem Auto als Selbstfahrer oder Mitfahrer fahren, ggf. auch in der Form des P+R.

Diese Neigung zur Benutzung des Autos muss bei allen Planungen beachtet werden. Umgekehrt müssen sämtliche Gegebenheiten, die einer Benutzung des ÖPNV hinderlich sind und im ÖPNV selbst begründet sein könnten, reduziert werden.

Die Prognose der Wirkungen erfolgt entsprechend der Abstimmung im Arbeitsbereich Q mit der Externen Evaluation der Leitprojekte auf der Grundlage von Szenarien für einen kurzfristigen Zeithorizont („nähere Zukunft“) und einen mittelfristigen Zeithorizont („Vision“). Diese Zeithorizonte können etwa für das Jahr 2005 bzw. 2010 angenommen werden. Zu diesen Zeithorizonten wurden jeweils ein Ohne- und ein Mit-Fall miteinander verglichen. Die Ohne-Fälle beinhalten ausgehend vom heutigen Zustand alle Maßnahmen der Münchener Verkehrsplanung, die bis zu dem jeweiligen Zeitpunkt ohne die MOBINET-A-Maßnahmen voraussichtlich realisiert worden sind. Bei den Mit-Fällen kommen zu diesen Maßnahmen die MOBINET-A-Maßnahmen hinzu. Für die nähere Zukunft wird davon ausgegangen, dass die im Rahmen von MOBINET entworfenen und dort größtenteils bereits demonstrierten Maßnahmen einschließlich einiger Ergänzungen realisiert worden sind und ihre volle, allerdings noch weitgehend isolierte Wirksamkeit entfaltet haben. Für das Visionsszenario wird angenommen, dass die MOBINET-A-Maßnahmen eine Ausweitung auf die gesamte Region München erfahren haben und im Zusammenhang wirken, auch wenn diese Annahme zumindest teilweise Spekulation ist.

Das Berechnungsergebnis auf Basis des Modalsplit-Verfahrens der „Standardisierten Bewertung“ zeigt in Bezug auf die Zunahme des ÖPNV-Anteils folgendes Bild:

- Die Wirkung des Parkraummanagements in Schwabing tritt deutlich hervor.
- Das Störfallmanagement bei der S-Bahn erhöht die Wirkung der übrigen MOBINET-A-Maßnahmen beträchtlich.
- Die Zellen entlang der S-Bahn-Achse von Erding nach München reagieren deutlich positiv auf die Veränderung des ÖPNV-Angebots im Landkreis Erding.
- Die Entgelterhebung an den P+R-Anlagen hat keinen negativen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl.
- Die Stadt-Umland-Bahn leistet schon mit der Linie 1 (Dachau – Nordring – Messe München) und erst recht mit dem gesamten Netz einen positiven Beitrag zu einer stärkeren ÖPNV-Benutzung.

0 Problemstellung, Zielsetzung und Gliederung des Arbeitsbereichs

In den großen Ballungsräumen treten während der Hauptverkehrszeiten im motorisierten Individualverkehr (MIV) Belastungen auf, die verkehrstechnisch, ökologisch und ökonomisch nicht mehr tolerierbar sind. Sie resultieren zu einem großen Teil aus Pendlerbeziehungen sowohl innerhalb der Kernstadt als auch zwischen Umland und Kernstadt. Die Folgen sind eine Überlastung der innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen und der Einfallstraßen sowie ein hoher Parkdruck in der Innenstadt und den innenstadtnahen Mischgebieten. Da ein Ausbau der Straßeninfrastruktur einschließlich der Anlagen für den ruhenden Verkehr technisch und finanziell nur noch begrenzt möglich ist und wegen der Umweltbelastung durch den MIV auch nur in engen Grenzen vertreten werden kann, muss versucht werden, einen Teil dieses MIV auf den ÖPNV zu verlagern.

Durch eine Verbesserung des innerstädtischen ÖPNV und ein innerstädtisches Parkraummanagement konnte dies im Berufs-Binnenverkehr der Kernstädte bereits weitgehend erreicht werden. Um auch im Pendlerverkehr aus dem Umland einer solchen Verlagerung näher zu kommen, ist es notwendig, gleichzeitig fördernde Maßnahmen zur Erhöhung der Angebotsqualität des ÖPNV sowie restriktive Maßnahmen zur Einschränkung der Attraktivität des MIV zu ergreifen.

Da nur ein geringer Teil der Umlandpendler im fußläufigen Bereich der Bahn wohnt und die Qualität des Bus-Zubringerverkehrs hinsichtlich Bedienungshäufigkeit und Erschließungsdichte systembedingt an Grenzen stößt, müssen im Interesse einer hohen Nutzung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) und einer Reduzierung durchgehender MIV-Fahrten die Angebote der gebrochenen Verkehrsmittel Park-and-Ride (P+R) und Bike-and-Ride (B+R) verbessert werden.

Rückgrat des ÖPNV im Ballungsraum München ist die S-Bahn. Sie weist eine Reihe von Mängeln auf, die einer vollständigen Ausschöpfung des Fahrgastpotenzials entgegenstehen. Dies sind vor allem ein zu geringes Platzangebot in der Hauptverkehrszeit und eine hohe Störanfälligkeit. Die Probleme werden verschärft durch eine unzureichende Fahrgastinformation. Die Erhöhung des Platzangebots ist in erster Linie ein finanzielles Problem: Eine generelle Verdichtung des Taktes stößt an Grenzen der finanziellen Leistungsfähigkeit sowie an infrastrukturelle Engpässe. Sie lässt sich nicht durch Forschung, sondern nur durch die Verbesserung der finanziellen Ausstattung des ÖPNV lösen. Hier sind bereits Bemühungen zur Realisierung eines 10-Minuten-Taktes auf den am stärksten belasteten Streckenästen im Gange. Häufige Ursachen von Störungen sind der Mischbetrieb mit dem Fernverkehr, eingleisige Strecken, die Bündelung aller Linien auf der Verbindungsstrecke zwischen Hauptbahnhof und Ostbahnhof („Stammstrecke“) und eine überalterte Infrastruktur. Auch hier sind Verbesserungen geplant bzw. bereits in Umsetzung. Die Auswirkungen von Störungen können verringert und die diesbezügliche Information der Fahrgäste verbessert werden, wenn die Bahn in stärkerem Umfang als bisher die Möglichkeiten der Telematik nutzt.

Die Bewohner der Siedlungsgebiete zwischen diesen Achsen sind auf einen meist unattraktiven Bus-Zubringerverkehr zur S-Bahn angewiesen und benutzen deshalb größtenteils das Auto. Es stellt sich die Frage, ob durch eine Stadt-Umland-Bahn nach den Vorbildern Karlsruhe und Saarbrücken die ÖPNV-Potenziale in den Achsenzwischenräumen besser ausgeschöpft werden können, zumal wenn davon auszugehen ist, dass das kernstadtnahe Umland sowohl durch Wohnbevölkerung als auch durch Gewerbe stärker besiedelt werden wird. Es stellt sich aber auch die Frage, ob eine solche Bahn technisch, finanziell und politisch machbar ist.

Einen generellen Schwachpunkt des ÖPNV im Ballungsraum stellt der Buszubringerverkehr aus der Fläche zu den Haltestellen des regionalen Schienenpersonennahverkehrs (SPNV)

dar. Er ist gekennzeichnet durch einen starren Linienbetrieb mit stark mäandrierender Linienführung und einer geringen Fahrtenhäufigkeit. Während die Erhöhung der Fahrtenhäufigkeit im Buszubringerverkehr ebenfalls primär ein finanzielles Problem darstellt, kann die Starrheit des Linienbetriebs durch den Einsatz nachfragegesteuerter Betriebsformen überwunden werden. Dadurch lassen sich entweder bei gleichbleibendem Angebot die Kosten senken oder bei gleichbleibenden Kosten das Angebot verbessern. Hierfür gibt es zwar schon seit längerem Ansätze, sie müssen aber konsequent weiterentwickelt werden.

Eine Begrenzung des MIV sollte vor allem durch Maßnahmen des Verkehrsmanagements angestrebt werden. Ein Rückbau der Straßeninfrastruktur eignet sich hierfür nicht, weil dadurch Engpässe entstehen, die ihrerseits Stau zur Folge haben. Ein wichtiger Ansatzpunkt für restriktive Maßnahmen gegenüber dem MIV ist eine flächendeckende Parkraumbewirtschaftung in der Kernstadt. Um eine Parkraumbewirtschaftung politisch durchsetzen zu können, müssen die Probleme sichtbar gemacht, geeignete Maßnahmen der Bewirtschaftung entwickelt und die Wirkungen dieser Maßnahmen auf den Verkehr, die Wirtschaft und die Umwelt den Entscheidungsträgern vermittelt werden. Während die Bewirtschaftung des Parkraums innerhalb der Innenstadt bereits weitgehend realisiert ist, besteht in den innenstadtnahen Mischgebieten noch Regelungsbedarf.

Der gebrochene Verkehr aus IV und ÖPNV in der Form des P+R und des B+R hat dort sein Einsatzfeld, wo der Zubringerverkehr zur Schiene nicht ausreichend attraktiv ist und gleichzeitig die ausschließliche Autonutzung bis in die Kernstadt durch Stau und Parkplatzmangel erschwert wird.

Bei P+R sollte aus Gründen der Umweltverträglichkeit angestrebt werden, die Wegeanteile mit dem Pkw zu minimieren und die Belastungen sensibler Gebiete möglichst gering zu halten. Dazu ist es notwendig, die Standorte der P+R-Anlagen zu optimieren und das Verhalten der P+R-Benutzer in diesem Standortgefüge durch eine Erhebung von Parkentgelten zu steuern. Die Bedeutung von P+R wird steigen, wenn in der Kernstadt eine konsequente Parkraumbewirtschaftung mit dem Ziel einer Zurückdrängung der Langzeitparker erfolgt.

Angesichts dieser Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge und der spezifischen Situation in der Region München wurden im Rahmen des Arbeitsbereichs A die nachfolgend dargestellten Themen behandelt.

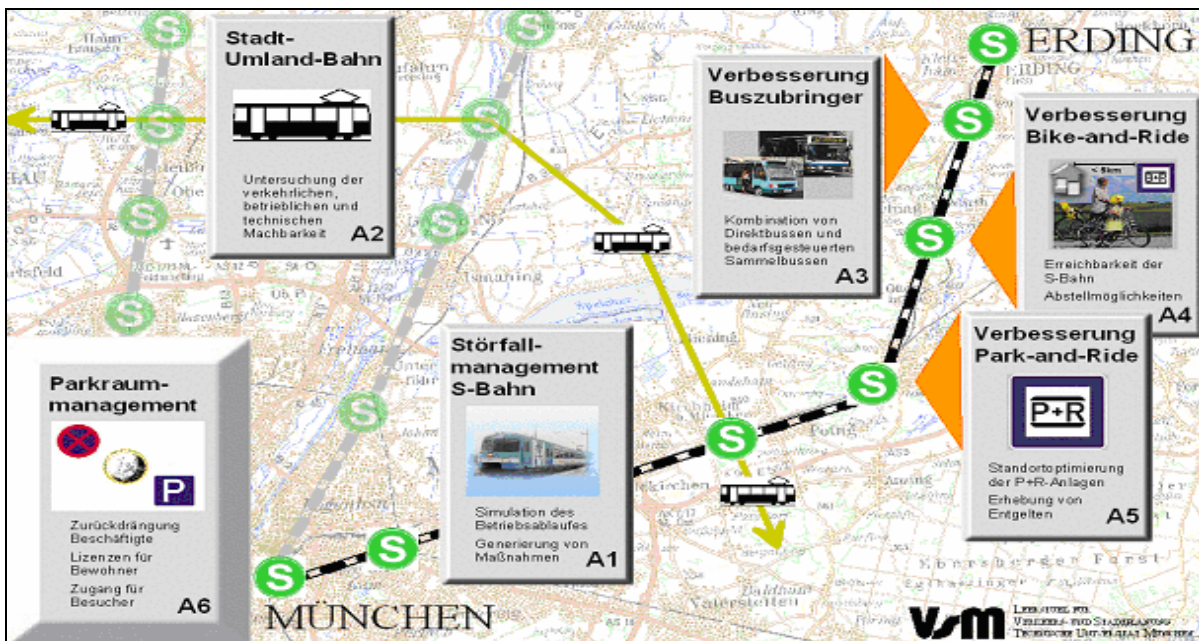


Abb. 0-1: Gliederung des Arbeitsbereichs A

Die Bearbeitung erfolgte in Form abgegrenzter Arbeitspakete (A1 bis A6).

Die Arbeitspakete bestehen im Grundsatz aus folgenden Arbeitsschritten:

- Problemanalyse, Zielsetzung, Maßnahmenkonzept,
- Verfahrensentwicklung,
- Maßnahmenentwurf,
- Demonstration der Maßnahmen,
- Bewertung der Wirkungen (Vorher-Nachher-Vergleich).

Das Störfallmanagement bei der S-Bahn umfasst nur die ersten drei Arbeitsschritte. Die Umsetzung des Verfahrens erfolgt im Anschluss an das Projekt MOBINET mit Förderung des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie. Aus diesem Grund sind die Demonstration der Maßnahmen sowie die Bewertung der Wirkungen zunächst nur in einem Laborversuch möglich.

Die Untersuchung der Machbarkeit einer Stadt-Umland-Bahn war nur formal in das Projekt MOBINET eingebunden. Die Finanzierung erfolgte außerhalb des Projektes.

Die Verbesserung des P+R-Angebots umfasst die Komponenten Standortoptimierung und Erhebung von Parkentgelten. Da eine Standortoptimierung von P+R-Anlagen nur großräumig einen Sinn macht, eine umfassende Veränderung des P+R-Angebots im Rahmen des Projektes jedoch nicht möglich war, beinhaltet das Teilpaket „Standortoptimierung“ nur die Verfahrensentwicklung und nur einen theoretisch durchgearbeiteten Anwendungsfall. Im Teilpaket „Entgelterhebung“ war eine spezielle Verfahrensentwicklung nicht notwendig, so dass hier die Demonstration der Maßnahmen im Vordergrund stand.

Die Maßnahmen der einzelnen Arbeitspakete stehen in einem engen wechselseitigen Zusammenhang. Deswegen wird in einer zusammenfassenden Wirkungsanalyse das Zusammenwirken aller Maßnahmen des Arbeitsbereichs A untersucht. Dabei geht es insbesondere um Synergieeffekte. Die Wirkungsanalyse benutzt eine bereits während der Maßnahmenentwicklung durchgeführte Potenzialanalyse und führt eine auf den Ergebnissen der einzelnen Arbeitspakete beruhende Gesamt-Wirkungsprognose durch.

In den nachfolgenden Hauptkapiteln 1 bis 7 sind die Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete zusammenfassend dargestellt. Die Reihenfolge der Hauptkapitel richtet sich nicht nach der oben erläuterten Sachlogik sondern der Numerierung der Arbeitspakete im Forschungsantrag (B+R und P+R werden zwischen der Angebotsverbesserung im ÖPNV und dem Parkraummanagement abgehandelt).

An Ende der Hauptkapitel werden die Bearbeiter genannt. Bei den Mitgliedern des MOBINET- Konsortiums werden sie namentlich aufgeführt. Bei den Unterauftragnehmern wird nur die Institution angegeben.

Hauptbearbeiter der einzelnen Arbeitspakete sind folgende Institutionen:

- Störfallmanagement bei der S-Bahn
 - *Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung TUM (Federführung),*
 - *DB Regio / S-Bahn-München GmbH,*
 - *Münchner Verkehrs- und Tarifverbund.*
- Stadt-Umland-Bahn
 - *Münchner Verkehrs- und Tarifverbund (Federführung),*
 - *Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung TUM.*
- Verbesserung des Bus-Zubringer-Verkehrs im Umland
 - *Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung TUM (Federführung),*
 - *Landkreis Erding,*
 - *Münchner Verkehrs- und Tarifverbund.*

- Bike-and-Ride
 - SSP-Consult GmbH (Federführung),
 - Münchner Verkehrs- und Tarifverbund,
 - Referat für Stadtplanung und Bauordnung der LHM.
- Park-and-Ride
 - Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung TUM (Federführg. Teil Standortoptimierung),
 - P+R Gesellschaft München (Federführung Teil Entgelterhebung),
 - Münchner Verkehrs- und Tarifverbund,
 - Referat für Stadtplanung und Bauordnung der LH München,
 - Kreisverwaltungsreferat der LH München,
 - BMW Group.
- Parkraummanagement
 - BMW Group (Federführung),
 - Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung TUM,
 - Referat für Stadtplanung und Bauordnung der LH München,
 - Kreisverwaltungsreferat der LH München.

An einzelnen Arbeitspaketen haben Unterauftragnehmer mitgearbeitet.

1 Störfallmanagement bei der S-Bahn

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Hochfrequente und vernetzte S-Bahn-Systeme befinden sich in einem labilen Gleichgewicht: Die Folgen lokaler Störungen können sich schnell über das gesamte Netz ausbreiten und an vielen Stellen Verspätungen auslösen. Die Ursachen von Störungen sind vielfältig. Sie reichen von technischen Defekten an den Fahrzeugen und der Infrastruktur bis zu Streckensperrungen nach Personenschäden. Die Mechanismen der Ausbreitung von Störungsfolgen sind äußerst komplex und können vom Personal nur unzureichend überblickt werden. Ebenso wenig ist es möglich, die Maßnahmen zur Beseitigung der Störfolgen intuitiv zu finden.

Zur Erkennung von Störungen und zur Begrenzung ihrer Auswirkungen werden heute rechnergestützte Betriebsleitsysteme (RBL) eingesetzt. Primäres Ziel solcher Leitsysteme ist die Minimierung von Zeitverlusten für die Fahrgäste. Erst sekundär geht es um die Einhaltung der Dienstzeiten der Fahrer und der Einsatzzeiten der Fahrzeuge. Dennoch müssen auch bei einem fahrgastorientierten Eingriff Randbedingungen des Fahrereinsatzes (z.B. Einhaltung gesetzlich vorgeschriebener Lenkzeitbegrenzungen) sowie des Fahrzeugumlaufs (z.B. rechtzeitige Zuführung von Fahrzeugen zur Instandhaltung) berücksichtigt werden.

Von der Industrie sind neben rechnergestützten Betriebsleitsystemen für den städtischen ÖPNV auch Steuerungssysteme für den regionalen Schienenverkehr und den Schienenfernverkehr entwickelt worden. Sie dienen jedoch vor allem der Sicherung und Steuerung des Fahrtablaufs auf dem Fahrweg und weniger der Überwachung und Steuerung des Betriebsablaufs im Netz.

Leitsysteme weisen im Hinblick auf die Beseitigung von Störungen operative und dispositive Komponenten auf. Die operativen Komponenten dienen der Erkennung von Störungen, der Prognose der Störungsfolgen, der Wirkungsanalyse von Maßnahmen zur Störungsbeseitigung sowie der technischen Realisierung der Maßnahmen. Sie sind vorwiegend technischer Art und lassen sich weitgehend vom Rechner ausführen. Die dispositiven Komponenten beinhalten die Suche nach Maßnahmen, die Bewertung ihrer Wirkungen sowie die Entscheidung, welche Maßnahmen realisiert werden sollen. Dies ist Aufgabe eines Disponenten, wobei der Rechner den Disponenten unterstützen kann.

Das Erkennen von Störungen basiert auf einem Fahrplan-Soll-Ist-Vergleich. Er ist im großstädtischen Verkehr Stand der Technik. Grundlage hierfür ist eine automatische Standortermittlung. Bei der Bahn beschränkt sich die Standortermittlung i.d.R. auf die Besetztanzeige von Streckenblöcken und ist entsprechend ungenau. Die für die Beseitigung von Störungsfolgen notwendige Disposition von Maßnahmen ist dagegen noch optimierbar. Die Entscheidung über Maßnahmen wird noch immer weitgehend intuitiv getroffen. Es fehlen rechnergestützte Verfahren, um den Betriebsablauf nach Beseitigung der Störungsursache systematisch in den planmäßigen Zustand zurückzuführen.

Auch die Information der Fahrgäste im Störfall ist verbesserungsbedürftig. Für die Information über den fahrplanmäßigen Zustand und über den Betriebszustand bei Störungen gibt es bereits statische Systeme. Es fehlt aber eine dynamische Information, welche die bereits aufgetretenen Verspätungen nicht nur linear fortrechnet, sondern einen eventuellen nichtlinearen Verlauf, der z.B. durch das Warten auf den Gegenzug vor eingleisigen Strecken oder den Vorrang anderer Zuggattungen ausgelöst wird, berücksichtigt und die Wirkung der Maßnahmen zur Störungsbeseitigung mit einbezieht.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung eines Verfahrens für den S-Bahn-Betrieb, das die Überwachung und Steuerung des Betriebsablaufs der S-Bahn sowie die Fahrgastinformation in Störfällen unterstützt.

1.2 Systemüberblick

Das hier entwickelte Steuerungsverfahren ist folgendermaßen aufgebaut:

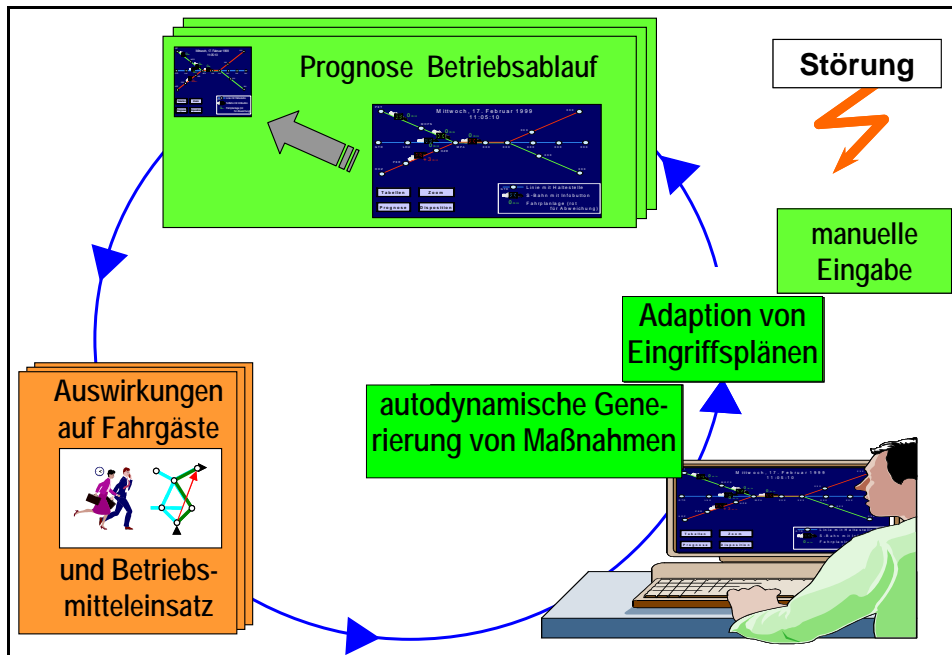


Abb. 1.2-1: Ablauf des Dispositionsprozesses

Um die Folgen von Störungen erkennen und mögliche Maßnahmen zur Störfolgenbeseitigung bewerten zu können, muss der weitere Betriebsablauf prognostiziert werden. Dies geschieht mit Hilfe einer Simulation des Betriebsablaufs. Die Ergebnisse der Prognose sind Grundlage für die Entwicklung von Maßnahmen. Die Maßnahmenentwicklung kann manuell, durch Adaption offline gebildeter Eingriffspläne oder eine autodynamische Generierung von Maßnahmen durch den Rechner erfolgen. Maßstab für die Bewertung der Störungen und der Maßnahmen zur Störfolgenbeseitigung sind primär die Auswirkungen auf die Fahrgäste und erst sekundär die Auswirkungen auf den Betriebsmitteleinsatz. Die ermittelten Auswirkungen auf die Fahrgäste sind schließlich Grundlage der Fahrgastinformation.

1.3 Prognose des Betriebsablaufs

Für die Abbildung des Betriebsablaufs im schienengebundenen Verkehr existiert bereits eine Reihe von Simulationsverfahren. Diese werden jedoch überwiegend für mittel- und langfristige Planungszwecke eingesetzt. Zu den bekanntesten Verfahren gehören Simu++ (TU Hannover) und Open Track (ETH Zürich). Für eine online ablaufende Steuerung des Betriebsablaufs muss die Simulation jedoch weitergehende Anforderungen erfüllen. Dazu gehören kurze Rechenzeiten, die Möglichkeit einer Integration von Maßnahmen in die Prognose sowie eine interaktive und benutzerfreundliche Oberfläche. Weil diese Forderungen bei den bestehenden Verfahren nicht durchgehend erfüllt sind, musste für die hier vorgesehene Anwendung ein Simulationsverfahren neu entwickelt werden.

Ziel der Entwicklung war es, ein objektorientiertes Modell zu schaffen, welches den Betriebsablauf zu jedem Zeitpunkt mit allen dispositionsrelevanten Eigenschaften ausreichend genau und zeitgleich zum realen Betrieb abbildet. Dies gilt sowohl für den Betriebsablauf ohne Maßnahmeneingriff als auch für die Wirkungen von Maßnahmen.

Der Disponent in der Betriebszentrale erhält als Grundlage für sein Handeln folgendes Abbild des Betriebsablaufs:

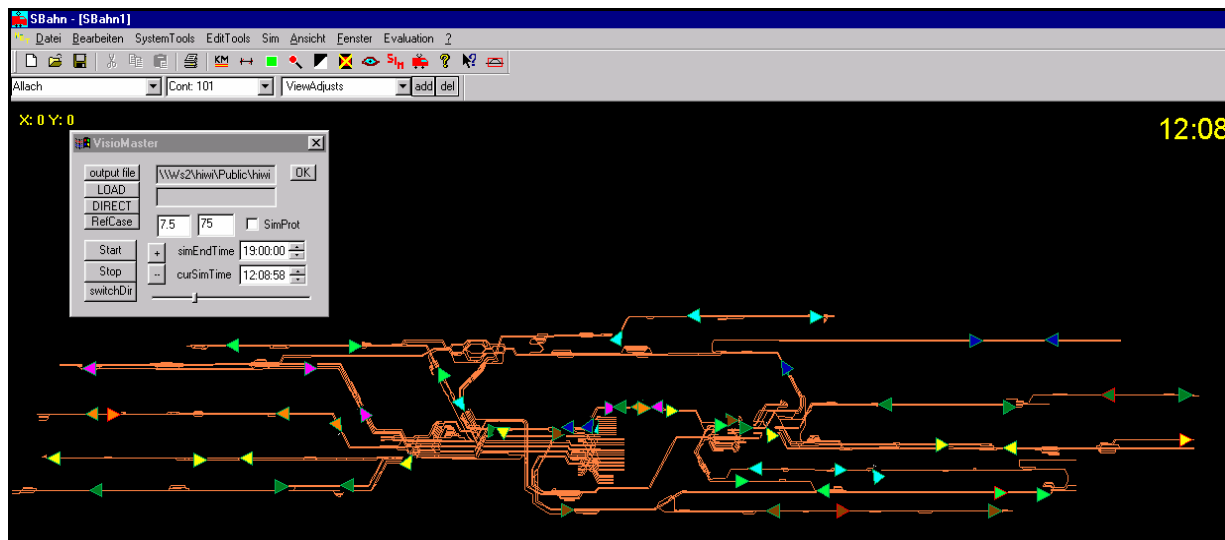


Abb. 1.3-1: Abbild des Betriebsablaufs

Das Netz ist schematisiert dargestellt, denn es kann davon ausgegangen werden, dass der Disponent eine ausreichende Kenntnis des realen Netzes hat. Die Standorte der Fahrzeuge lassen sich entweder wie hier geschehen in ihrer Linienfarbe anzeigen oder in Farben, die ihre Fahrplanlage wiedergeben.

Neben der kontinuierlichen Anzeige der Zugstandorte und ihrer Fahrplanlage kann sich der Disponent weitere Zugeigenschaften anzeigen lassen. Dazu gehören die Zugnummer und die Routennummer, die Anzahl und die Reihenfolge der Fahrzeuge im Zug sowie deren Nummer und Kilometerstand. Dies geschieht mit einer „Zoom-Funktion“. Ebenso können Informationen über den Fahrer und den geplanten weiteren Einsatz des Zuges eingeholt werden.

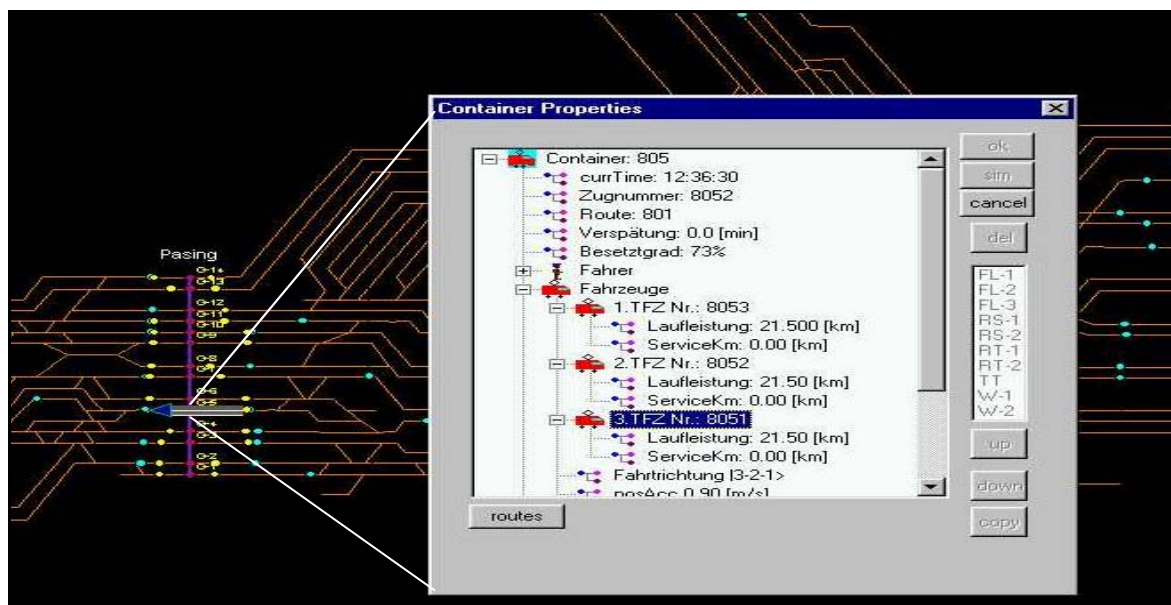


Abb. 1.3-2: Zugeigenschaften

Aufgabe der Prognose ist es, vorauszuberechnen, zu welchen Zeitpunkten die einzelnen Züge welche Netzressourcen beanspruchen. Gängige Methoden zur Fahrzeitrechnung wie z.B. das Δv - oder das Δs -Verfahren liefern nur theoretische Fahrzeiten. Unterschiedliche Fahrgastwechselzeiten oder das individuelle Verhalten der Lokführer führen im praktischen Betrieb teilweise zu erheblichen Abweichungen. Daher und auch aus Gründen einer höheren Rechenperformance wird ein fahrdynamischer Ansatz gewählt, der die Fahrzeiten aus dem Fahrspiel, d.h. der Aufenthaltszeit an der Haltestelle, der zulässigen Geschwindigkeit auf der anschließenden Strecke sowie der Anfahrbeschleunigung und der Bremsverzögerung, zusammensetzt. Diese Einflussgrößen der Fahrzeit gelten nicht generell, sondern müssen zugbezogen und streckenbezogen angepasst werden. Außerdem werden Randbedingungen aus dem Sicherungssystem wie aktuell nicht verfügbare Fahrstraßen berücksichtigt.

Damit Ungenauigkeiten bei der Standortprognose ausgeglichen werden können, wird die Berechnung des Fahrtablaufs anhand von Messdaten über den aktuellen Standort der Züge justiert. Dies kann im einfachsten Fall über die Kontakte am Übergang zwischen den Streckenblöcken geschehen. Außerdem lassen sich durch einen Vergleich der mittels Simulation berechneten Standorte mit den gemessenen Standorten die Parameter des Simulationsverfahrens verbessern.

Die Simulationsergebnisse werden in einer Datenbank gespeichert. Die Daten werden anschließend visualisiert. Aus den statischen Daten wird eine dynamische Darstellung des Fahrt- und Betriebsablaufs erzeugt. Mit Hilfe des „Visio-Masters“ kann in der Datenbank vorwärts und rückwärts gespult werden.

In Performanceuntersuchungen wurden Laufzeiten der Simulation von weniger als einer Sekunde je Stunde Betriebsablauf nachgewiesen. Der Einsatz in einem Echtzeit-Mensch-Maschine System ist daher möglich.

1.4 Maßnahmen zur Verringerung der Störungsfolgen

Störungen im Betriebsablauf lösen Verspätungen aus, unter denen sowohl die Fahrgäste an der Haltestelle als auch die Fahrgäste in den Fahrzeugen leiden. Sie bringen aber auch die Dienstpläne der Fahrer und die Einsatzpläne der Fahrzeuge durcheinander und verursachen dadurch betrieblichen Mehraufwand.

Nach Beendigung der Primärstörung bestehen zwischen dem Fahrplan-Ist-Zustand und dem Fahrplan-Soll-Zustand mehr oder weniger starke Abweichungen, die teilweise noch längere Zeit nach der Beendigung der Primärstörung andauern. Der Betriebsablauf darf daher nicht nur während einer Primärstörung, sondern muss auch noch nach deren Ende beeinflusst werden.

Aufgrund der Bewertung der fahrgastseitigen und der betrieblichen Auswirkungen einer Störung hat der Disponent zu entscheiden, ob Maßnahmen zur Verringerung der Störungsfolgen notwendig und möglich sind. Er kann wie bisher erfahrungsbasierte Maßnahmen manuell eingeben, bestehende Eingriffspläne auswählen oder den Rechner veranlassen, Maßnahmen zu generieren. In allen Fällen hat er die Möglichkeit, die Maßnahmen durch den Rechner bewerten zu lassen und sie aufgrund der Ergebnisse der Bewertung ggf. zu verändern. Die Bewertung erfolgt mit Hilfe der Simulation des weiteren Betriebsablaufs unter dem Einfluss der Maßnahmen. Nachdem sich der Disponent für Maßnahmen entschieden hat, gibt er sie an den Netzbetreiber weiter. Dieser prüft ihre Realisierbarkeit und berücksichtigt dabei Trassenanforderungen von Dritten, die gleichzeitig das Netz in Anspruch nehmen. Der aus den Maßnahmen resultierende Fahrplan wird schließlich an das Fahrgast-Informationssystem übermittelt.

Zur Beeinflussung des Betriebsablaufs stehen dem Disponenten folgende Einzelmaßnahmen zur Verfügung:

- Änderung der Zuggeschwindigkeit,
- Änderung der Haltestellenaufenthaltszeiten,
- Vorzeitiges Wenden (Kurzwende),
- Änderung der Route von Zügen,
- Einsatz eines Ersatzzuges,
- Trennen oder Vereinigen von Zügen.

Für die Entwicklung von Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündeln gibt es folgende Ansätze:

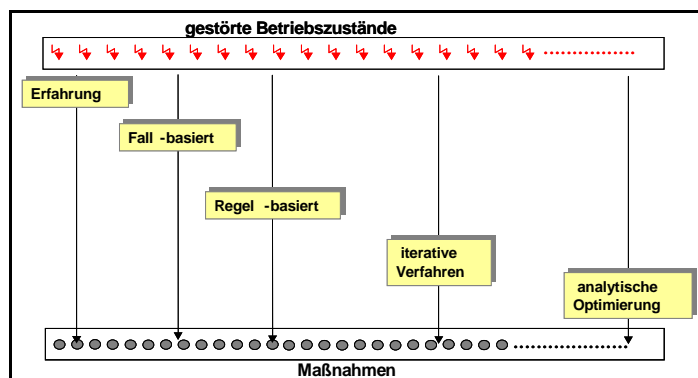


Abb. 1.4-1: Vorgehensweisen bei der Entwicklung von Maßnahmen

Bisher handelt der Disponent überwiegend aufgrund seiner Erfahrung. Diese Möglichkeit soll auch zukünftig bestehen bleiben. Der Disponent ist aber überfordert, wenn sich die Störfolgen auf größere Netzteile ausweiten oder mehrere Störungen gleichzeitig auftreten.

Für Störungen, die sich häufig wiederholen, sind i.d.R. offline gebildete, standardisierte Eingriffspläne vorhanden. Bei der Anwendung solcher Eingriffspläne handelt es sich um eine fall-basierte Vorgehensweise. Die Schwierigkeit liegt in der Kategorisierung der Störungen, der Zuordnung von Maßnahmenbündeln zu diesen Kategorien sowie der Anpassung der Eingriffspläne an die aktuellen Randbedingungen. Erstellt man Eingriffspläne für eine Vielzahl von Störungskategorien, verringert sich zwar der Anpassungsaufwand, dafür steigt aber der Aufwand bei der Auswahl des am besten geeigneten Plans. Der Einsatz solcher fallbasierten Eingriffspläne kann verbessert werden, wenn die Auswahl und die Anpassung nicht manuell durch den Disponenten erfolgen, sondern durch den Rechner.

Regel-basierte Ansätze eignen sich vorwiegend für die Auswahl einer begrenzten Anzahl von Lösungsmöglichkeiten aus einem überschaubaren Lösungsraum. Anhand von Regeln, die von der aktuellen Situation unabhängig sind, wird der Lösungsraum systematisch nach der besten Lösung durchsucht. Derartige Ansätze eignen sich vor allem für eine Beeinflussung des Fahrtablaufs auf dem Streckennetz und werden dort auch erfolgreich angewendet. Ihre Anwendungsmöglichkeit für die netzbezogene Disposition ist begrenzt, weil meist die Kombination einer größeren Anzahl von Maßnahmen durchgemustert werden muss.

Iterative Verfahren zur Erzeugung optimaler Maßnahmenkombinationen z.B. mit Hilfe genetischer Algorithmen sind aufgrund der langen Rechenzeit und der mangelnden Parametrisierbarkeit der Einflussgrößen für den Online-Einsatz nicht geeignet. Außerdem ist bei diesen Ansätzen die Lösungsfindung für den Disponenten nicht nachvollziehbar.

Die Verwendung analytischer Ansätze, die das Problem in einer mathematischen Form beschreiben, für die anschließend Minima und Maxima bestimmt werden, ist ebenfalls nicht möglich. Das hier vorliegende Dispositionsproblem ist aufgrund seiner Komplexität analytisch nicht formulierbar.

Da alle genannten Vorgehensweisen Mängel aufweisen, werden Maßnahmen „autodynamisch“ im Zusammenhang mit der Simulation des Betriebsablaufs entwickelt. Die Entwicklung erfolgt parallel zur Abbildung des Betriebsablaufs. Dadurch lässt sich unmittelbar überprüfen, ob die geplanten Maßnahmen durchführbar sind und welche Folgewirkungen sie für die Fahrgäste und den Betrieb haben.

Die autodynamische Maßnahmenentwicklung, die nach der Beseitigung der Primärstörung erfolgt, läuft in folgenden Schritten ab:

- Ermittlung der Fahrplanabweichungen aller Züge,
- Veränderung der Zuordnung der verspäteten Züge zu den Kursen (Kurse sind planmäßige Zugfahrten entlang einer Linie) mit dem Ziel einer globalen Reduzierung des Verspätungsmaßes:

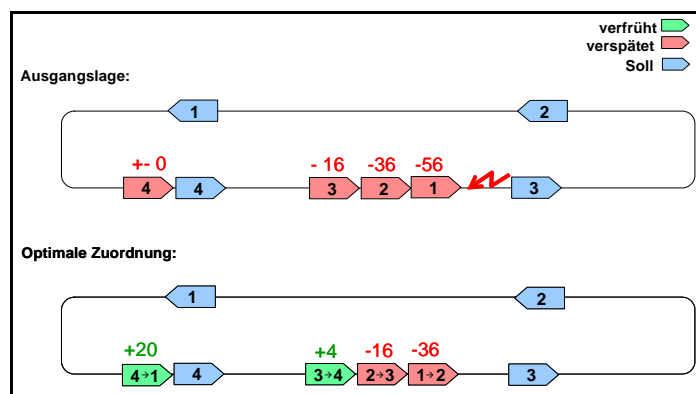


Abb. 1.4-2: Zuordnung der Züge zu anderen Kursen

Wenn die Verspätung ein bestimmtes Maß überschritten hat, macht es keinen Sinn mehr, die Züge hinter ihren Fahrplantrassen herfahren zu lassen, denn sie können i.d.R. nur die Wendezeiten an den Endhaltestellen nutzen, um die Verspätung wieder aufzuholen. Eine schnelle Rückführung in den Fahrplan ist nur zu erreichen, wenn die verspäteten Züge anderen Kursen zugeordnet werden. Dadurch wirken alle Züge an der zu leistenden Rückführungsarbeit mit. Die Zuordnung zu den Kursen geschieht in der Weise, dass die Summe der Quadrate der zeitlichen Abweichungen, welche die Züge von den fahrplanmäßigen Standorten haben, minimiert wird.

- Ergänzung der globalen Maßnahmen durch lokale Maßnahmen zur Beseitigung der verbliebenen Abweichungen:

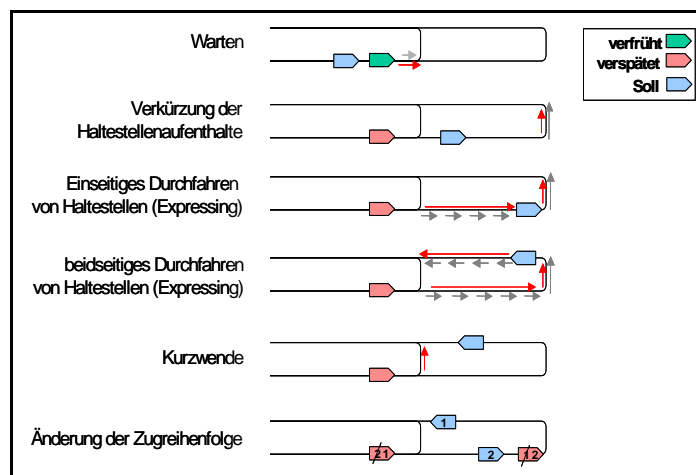


Abb. 1.4-3: Lokale Maßnahmen zur Rückführung verbleibender Fahrplanabweichungen

Bei einem vorzeitigen Wenden (Kurzweende) oder einem Fahren ohne Halt (expressing) werden auf den Außenästen Haltestellen ausgelassen. Dadurch müssen die betroffenen Fahrgäste den Zug wechseln und erleiden Verspätungen. Diesem negativen Effekt steht jedoch eine schnellere Rückkehr des Gesamtsystems in den Fahrplan und damit eine Verringerung der Verspätungen im Innenbereich gegenüber. Bei der Entscheidung über solche Maßnahmen müssen die Verspätungen sowohl der an der Haltestelle wartenden als auch der in den Fahrzeugen befindlichen und teilweise zum Zugwechsel gezwungenen Fahrgäste gegeneinander abgewogen werden.

Bei jedem Schritt der Maßnahmenentwicklung überprüft der Rechner mit Hilfe der Simulation des Betriebsablaufs, ob die Maßnahme die gewünschte Wirkung hat oder nicht. Im Negativfall sucht der Rechner nach einer für den Störfall besser geeigneten anderen Maßnahme.

Durch Analysen an einer Vielzahl von Störungskonstellationen wurden die Wirksamkeit der Lösungsheuristik und die Qualität ihrer Ergebnisse überprüft. Dabei konnte eine hohe Stabilität und Robustheit festgestellt werden.

Die Maßnahmen werden – unabhängig davon, ob sie vom Disponenten intuitiv festgelegt worden sind, Gegenstand offline formulierter Eingriffspläne sind oder vom Rechner aufgrund der prognostizierten Störungsfolgen autodynamisch generiert wurden – in die Simulation des Betriebsablaufs eingespeist und auf ihre Wirkungen untersucht.

1.5 Auswirkung von Störungen auf die Fahrgäste

Grundlage der Berechnung der Verspätungen sind die Verkehrsbeziehungen. Im vorliegenden Fall resultieren sie aus Stichprobenerhebungen, die in größeren Zeitabständen durchgeführt werden, und sind dementsprechend ungenau. Erst bei elektronischem Ticketing erhält man online genaue Verkehrsbeziehungen.

Für eine fahrgastbezogene Bewertung des Betriebsablaufs müssen die Beförderungszeiten der Fahrgäste für einen planmäßigen Ablauf und den prognostizierten gestörten Ablauf miteinander verglichen werden. Dazu werden die Verkehrsbeziehungen jeweils auf den Soll-Fahrplan und den aus der Simulation des weiteren Betriebsablaufs resultierenden Prognose-Fahrplan projiziert.

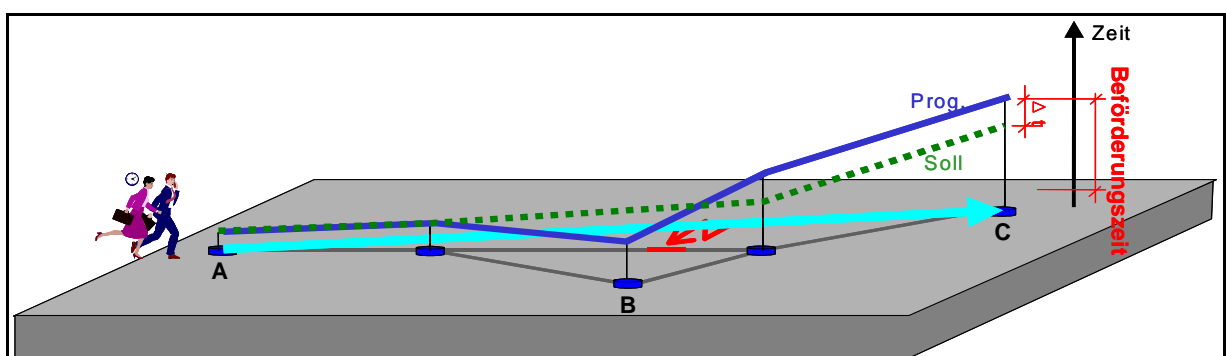


Abb. 1.5-1: Vergleich der Beförderungszeiten

Als Ergebnis dieser Berechnung kann für jede Verkehrsbeziehung die Verspätung angegeben werden. Aus der Multiplikation dieser Verspätung mit der Anzahl der Fahrgäste, die diese Verkehrsbeziehung nutzen, und der anschließenden Summierung dieser Produkte ergibt sich die Gesamtverspätung. Dabei lassen sich auch die Beförderungszeiten für alternative Verbindungen ermitteln. Dem Disponenten werden neben den Veränderungen in den Beförderungszeiten auch Kapazitätsüberschreitungen angezeigt.

1.6 Beispiel für die Rückführung eines gestörten Betriebszustandes

Nachfolgend wird die Rückführung eines gestörten Betriebszustandes in den fahrplanmäßigen Zustand an einem Beispiel demonstriert:

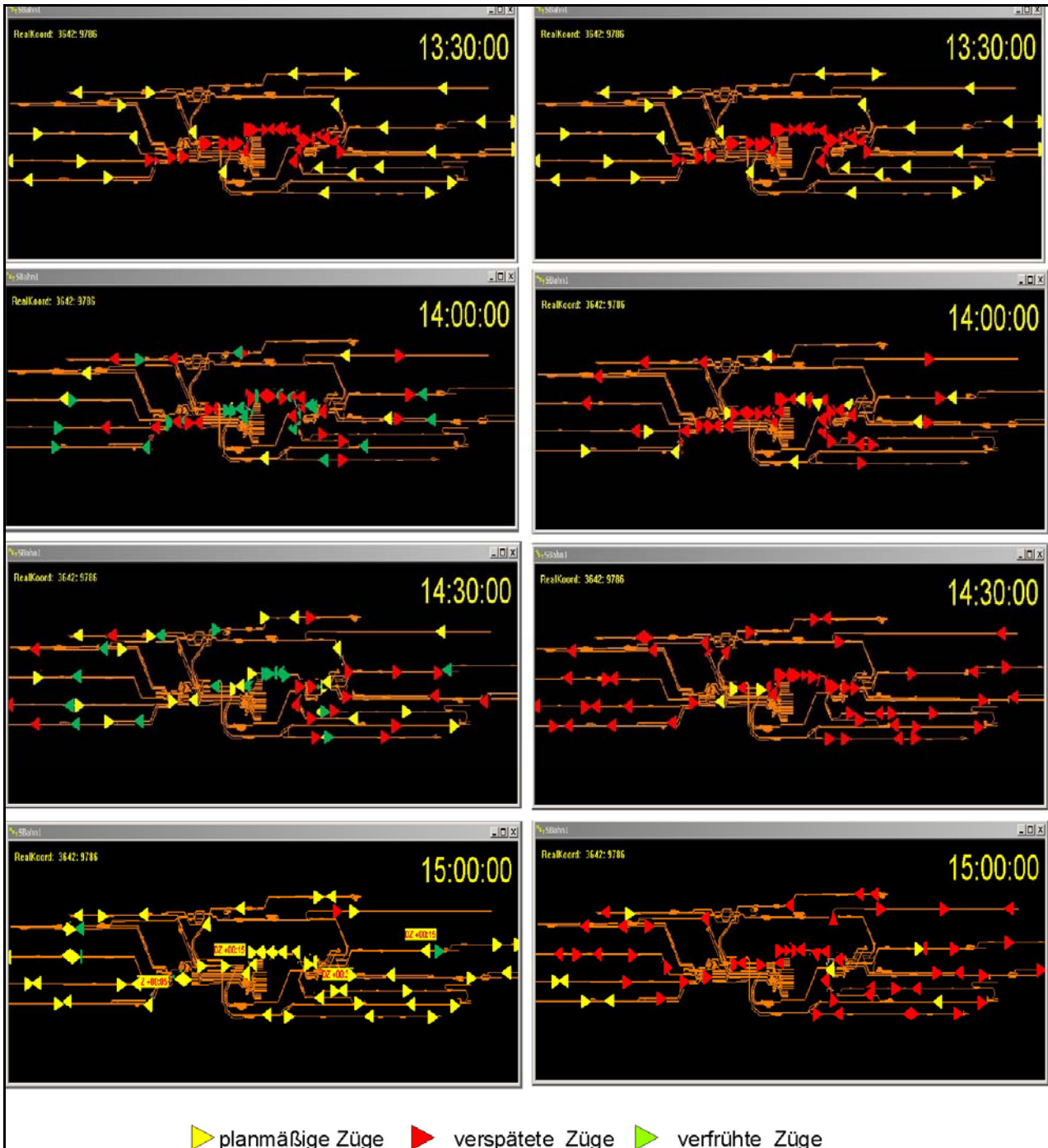


Abb. 1.6-1: Beispiel für die Rückführung eines gestörten Betriebsablaufs in den Fahrplan

Für bestimmte Zeitpunkte (oben rechts in den Bildern) sind der Zustand im „Mit-Fall“ (linke Bildhälfte) und der Zustand im „Ohne-Fall“ (rechte Bildhälfte) einander gegenübergestellt. Der „Ohne-Fall“ enthält lediglich Maßnahmen, wie sie heute bereits von den Lokführern (Minimierung der Haltestellenaufenthalte, maximal zulässige Geschwindigkeit) und den Fahrdienstleitern (optimale Gleiswahl im Bahnhof) ergriffen werden. Im „Mit-Fall“ werden diese Handlungsmöglichkeiten durch autodynamisch generierte Maßnahmen erweitert.

Nach einer Störung, die zwischen 12.00 Uhr und 13.00 Uhr in der Stammstrecke auftritt, ist das Störungsmuster in beiden Fällen zunächst ähnlich. Bei Einsatz der autodynamisch generierten Maßnahmen klingen die Störungen jedoch schnell ab und sind bereits nach rd. 3 Stunden verschwunden, wohingegen die Störungen ohne solche Maßnahmen nach dieser Zeitspanne noch nahezu vollständig fortbestehen. Wie die hier nicht mehr dargestellte Fortsetzung des Prozesses zeigt, sind die Störungen im „Ohne-Fall“ erst nach rd. 6 Stunden verschwunden.

1.7 Abschätzung des Nutzens

Das Verfahren ist nicht in der Lage, Primärstörungen, die durch Personenschäden, Infrastrukturdefekte oder Behinderungen durch Fahrzeuge anderer Zuggattungen entstehen, zu verhindern. Ziel ist es lediglich, die von den Primärstörungen ausgelösten Störungsfolgen so gering wie möglich zu halten und den Betrieb nach Beendigung der Primärstörung so schnell wie möglich in den fahrplanmäßigen Zustand zurückzuführen.

Maßstab für die Bewertung der hierfür ins Auge gefassten Maßnahmen sind in erster Linie die Betroffenheit der Fahrgäste (Anzahl der betroffenen Fahrgäste, die durch Störungen verursachte Verlängerung der Beförderungszeiten) und erst nachgeordnet die betriebliche Betroffenheit (Verringerung der Abweichungen vom geplanten Fahrzeug- und Fahrereinsatz).

Über den online-Einsatz hinaus kann das Verfahren auch genutzt werden, um mit Hilfe einer Simulation des Betriebsablaufs die Wirksamkeit von Infrastrukturmaßnahmen oder von einer Veränderung der Fahrplanvorgaben auf die Robustheit des Betriebsablaufs zu untersuchen.

Nutzen eines Störfallmanagements ergeben sich für die Fahrgäste, den Aufgabenträger, die S-Bahn-Gesellschaft und die DB-Netz AG. Die dabei auftretenden Wirkungsketten sind in der Abbildung 1.7-1 (nächste Seite) dargestellt.

Eine quantitative Beurteilung des Nutzens kann nicht pauschal erfolgen, sondern nur fallbezogen. Hierzu wurden in Zusammenarbeit mit DB Regio und der S-Bahn München GmbH Störungsprotokolle ausgewertet. Neben einer Klassifizierung der Störungen nach der Anzahl der betroffenen Züge enthält die nachfolgende Tabelle eine exemplarische Übersicht über die Häufigkeit solcher Störungen sowie über die Summe der Verspätungen:

Störung	betroffene Züge	Häufigkeit	Summe der Verspätungen
klein	3	6 mal pro Tag	35 min
mittel	20	1 mal pro Tag	200 min
groß	>100	1 mal pro Monat	3.200 min

Tab. 1.7-1: Klassifizierung von Störungen

Zur Beurteilung des Nutzenpotenzials der autodynamischen Generierung von Maßnahmen wurden für die einzelnen Störfallklassen gestörte Betriebsabläufe erzeugt. Dabei wurden sowohl die Ausprägung der Primärstörung als auch der Störungsort und der Störungszeitpunkt variiert, um eine möglichst hohe Stabilität der Ergebnisse zu gewährleisten. Für jedes dieser Betriebsszenarien wurden dann ein „Ohne-Fall“ und ein „Mit-Fall“ durchgerechnet und die Ergebnisse miteinander verglichen.

Als Bewertungskriterien wurden folgende Kenngrößen herangezogen:

- Rückführungszeit des Systems in einen fahrplanmäßigen Zustand,
- Anzahl der betroffenen Fahrgäste,
- Summe der Beförderungszeiten der betroffenen Fahrgäste.

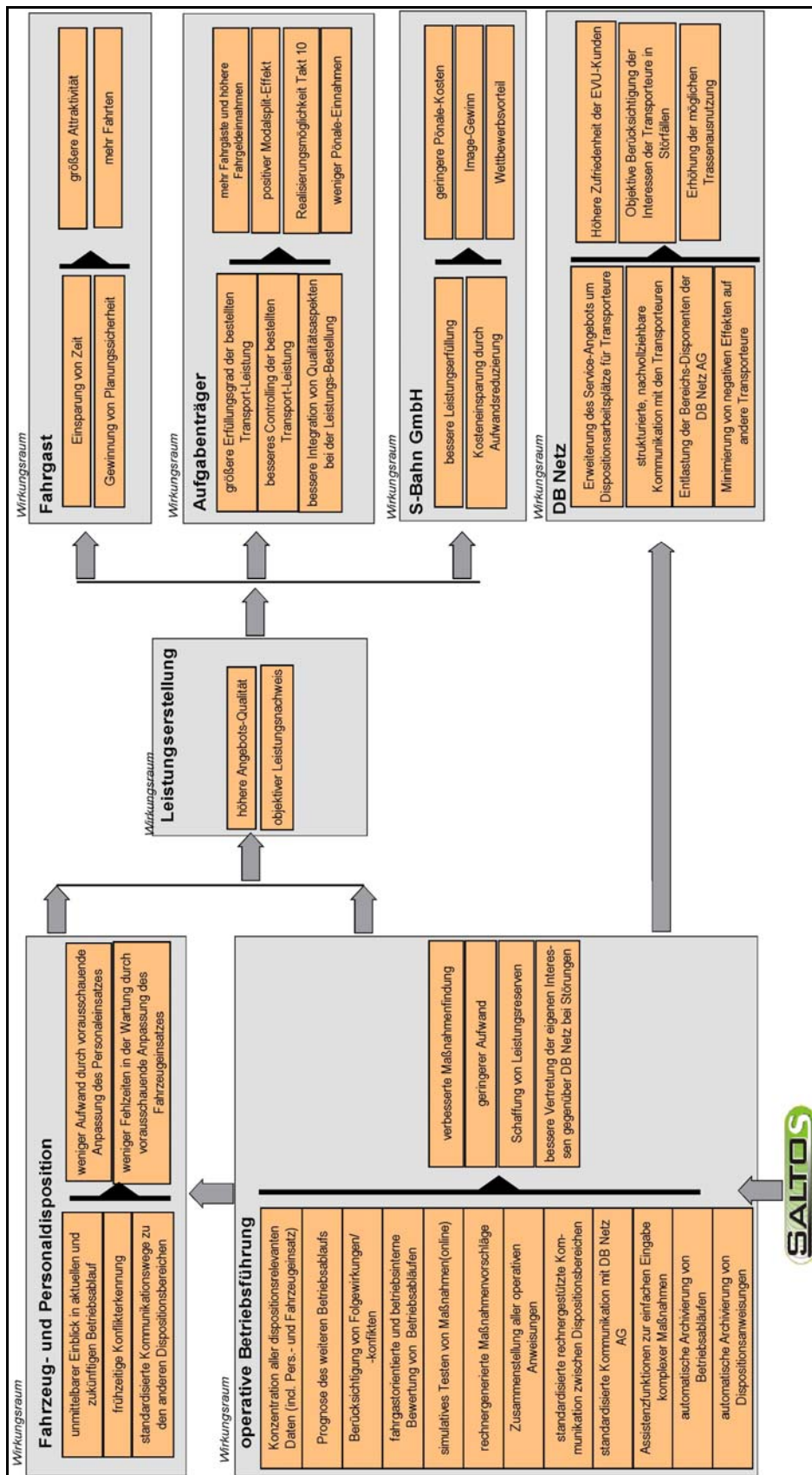


Abb. 1.7-1: Qualitative Wirkungsketten des Nutzens

Die Ergebnisse der Vergleichsrechnungen sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Störung	Verkürzung der Rückführungszeit	Verkürzung der Beförderungszeiten	Reduzierung der Anzahl der betroffenen Fahrgäste
klein	10 min ~15 %	~300 h	~1000
mittel	60 min ~30 %	~1.700 h	~12.000
groß	5 Std ~ 50 %	~14.000 h	~92.000

Tab. 1.7-2: Prognostizierte Verbesserung der Dispositionsergebnisse

Zusammenfassend konnte unter den oben beschriebenen Annahmen und unter Laborbedingungen gezeigt werden, dass die durchschnittliche Rückführungszeit bei Störungen um 15-20 % reduziert werden kann. Multipliziert man die dadurch pro Jahr eingesparten Beförderungszeiten der Fahrgäste mit dem aktuellen „Value of Time“ – hier wird der Wert aus der Standardisierten Bewertung in Höhe von 7 € pro Stunde verwendet, so ergibt sich insgesamt ein volkswirtschaftlicher Nutzen von 13 Mio € pro Jahr.

Für die S-Bahn GmbH steht der betriebswirtschaftliche Nutzen im Vordergrund. Bei der Berechnung dieses Nutzens sind folgende Kenngrößen zu berücksichtigen:

- Einnahmeverluste aufgrund störungsbedingter Fahrgastrückgänge,
- Pönale (Strafen), die bei Verspätungen an den Aufgabenträger zu zahlen sind,
- Schadenersatzzahlungen an die betroffenen Fahrgäste,
- Erhöhte Personalkosten für
 - Bearbeitung von Beschwerden und Verfolgung von Beanstandungen,
 - manuelle Dokumentation des Betriebsablaufs,
 - die vom Plan abweichende Zuführung von Fahrzeugen zur Wartung,
 - durch Störungen verursachte Überstunden.

Eine Quantifizierung dieser Einsparungen ist nicht möglich, weil sich weder die störungsbedingten Fahrgastrückgänge genau genug vorhersagen lassen, noch die zukünftige Höhe der Pönalen (Strafzahlungen an den Leistungsbesteller) und der Schadenersatzansprüche der Fahrgäste vorhersehbar sind. Den Einsparungen stehen laufende Kosten für die Wartung und Pflege des Systems gegenüber, die ebenfalls nicht quantifiziert werden können, sich aber im Rahmen der Anwendung vergleichbarer EDV-gestützter Systeme bewegen dürften. Außerdem muss die Abschreibung der Investitionskosten für die Umsetzung des bisher nur im Labor existierenden Verfahrens in einen in der Praxis anwendungsfähigen Zustand berücksichtigt werden, sofern nicht ein Dritter, z.B. der Aufgabenträger oder andere Institutionen der öffentlichen Hand, diese Kosten übernimmt.

Gegenüber den betriebswirtschaftlichen Wirkungen sind die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen eindeutig dominant.

1.8 Vorbereitung der Realisierung

Eine Realisierung des Verfahrens und eine anschließende Demonstration waren im Rahmen des Projektes MOBINET von vornherein nicht vorgesehen. Nach Abschluss der Verfahrensentwicklung hat die S-Bahn München GmbH das aus dem Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung an der TU München hervorgegangene Ingenieurbüro KHW München beauftragt, zusammen mit der Industrie die technische und zusammen mit DB-Netz die organisatorische Machbarkeit zu untersuchen. Diese Projekte wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und vom MVV gefördert.

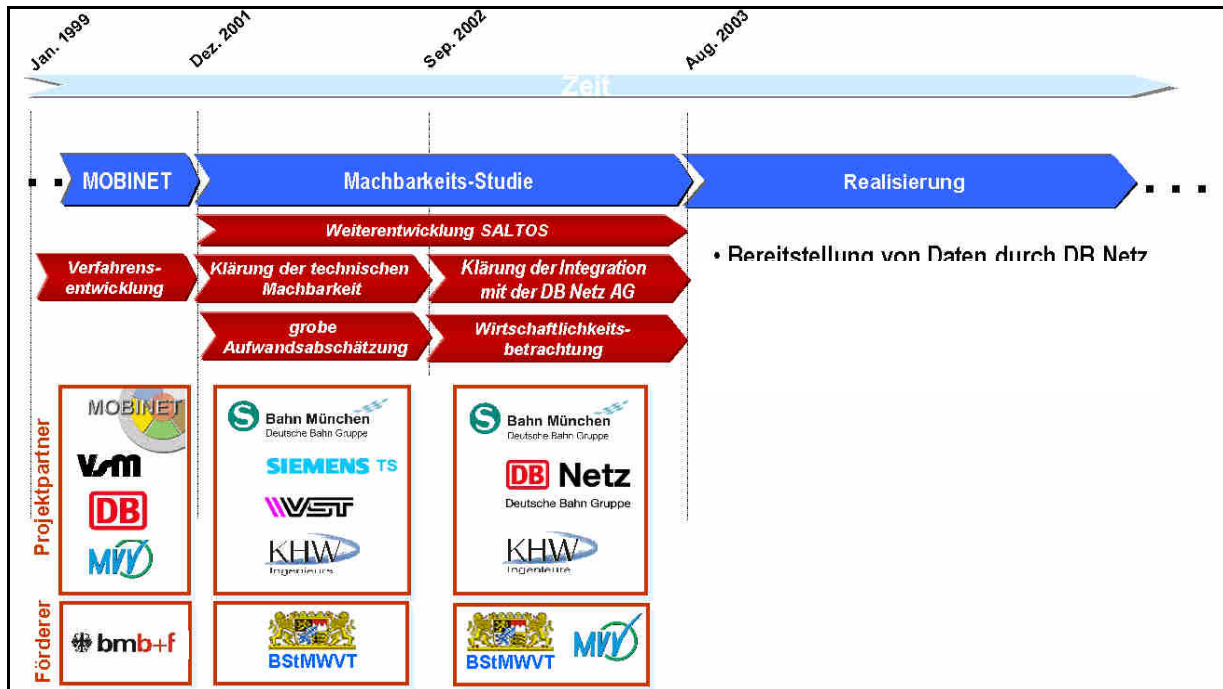


Abb. 1.8-1: Schritte der möglichen Realisierung des Störfallmanagements

Aufgrund der positiven Ergebnisse der Machbarkeitsuntersuchung sind die meisten Beteiligten daran interessiert, das Verfahren in die Praxis umzusetzen. Der Freistaat Bayern hat daraufhin eine maßgebliche Beteiligung an den Kosten der Umsetzung in Aussicht gestellt. Für Sommer 2004 ist geplant, auf Basis der Machbarkeitsstudie ein Lastenheft zu erstellen, welches als Ausschreibungsgrundlage für SALTOS Stufen 0 bis 2 dienen soll. Die weitere Vorgehensweise erfolgt in enger Abstimmung zwischen der Regierung von Oberbayern und der S-Bahn München GmbH. Eine Umsetzung von SALTOS Stufe 3 und damit eine Implementierung von SALTOS in den Integritätsbereich II der Betriebszentrale der DB Netz AG wird von dieser zur Zeit nicht als umsetzbar angesehen.

Bearbeiter

Kirchhoff, Peter, Prof. Dr.-Ing., Hauenstein, Andreas, Dr.-Ing., Wehner, Peter, Dr.-Ing.,	} Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung Technische Universität München
Gehling, Dieter, Dipl.-Ing., Neuhäuser, René,	
Finkenzeller, André, Jakob, Wolfgang,	} DB Regio
Fink, Bernhard, Dipl.-Geogr., Ismair, Alfred, Dipl.-Geogr.,	} Münchner Verkehrs- und Tarifverbund
KHW-Ingenieure, München	

Veröffentlichungen

HAUENSTEIN, A., WEHNER, P.: Störfallmanagement in Schnellbahnsystemen – Steuerungs- und Dispositionsverfahren SALTOS, Veröffentlichungen des Lehrstuhls für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München, Heft 12, 2002.

Interne Berichte

KHW: Qualitative und quantitative Wirkungs- und Nutzenanalyse des Dispositions- und Steuerungsverfahrens SALTOS, 2002.

2 Untersuchung der Machbarkeit einer Stadt-Umland-Bahn

2.1 Problemstellung und Zielsetzung

Der Erfolg der Karlsruher Stadtbahn und die Errichtung eines gleichartigen Systems in Saarbrücken veranlasste u.a. auch München, über die Einführung eines derartigen Systems nachzudenken.

In der Region München wird das Umland durch die S-Bahn und teilweise auch durch die Regionalbahn an die Kernstadt angebunden. Eine Stadt-Umland-Bahn kann deshalb von vorn herein nur eine Ergänzungsfunktion haben. Sie kommt für Gebiete in Frage, die zwischen den S-Bahn-Achsen liegen und an den SPNV schlecht angeschlossen sind. Außerdem kann sie Tangentialverbindungen zwischen den Siedlungsachsen schaffen.

In Karlsruhe und Saarbrücken benutzt die Stadtbahn im Umland die Gleise der Bahn. Dies hat Investitionskosten gespart und den Erfolg der Stadt-Umland-Bahn überhaupt erst möglich gemacht. Im Münchner Umland ist eine Benutzung des regionalen Bahnnetzes grundsätzlich ebenfalls möglich. Während in Karlsruhe und Saarbrücken diese Strecken nur in geringem Umfang durch Regionalzüge befahren werden, verkehren im Münchener Umland auf dem regionalen Gleisnetz die Regionalbahn und die S-Bahn mit hohen Frequenzen. Aus diesem Grund ist eine Mitbenutzung der vorhandenen Schienenstrecken durch die Stadt-Umland-Bahn in München problematischer als in Karlsruhe und Saarbrücken.

Die Erstellung einer Machbarkeitsstudie über eine Stadt-Umland-Bahn in der Region München wurde wegen der thematischen Nähe in das Projekt MOBINET eingebunden. Die Arbeiten wurden jedoch nicht aus MOBINET-Mitteln, sondern aus Mitteln der betroffenen Gebietskörperschaften finanziert.

Für die Begleitung der Untersuchungen wurde unter Federführung des MVV ein „Lenkungs-kreis Stadt-Umland-Bahn“ gegründet, dem das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, die Bayerische Eisenbahngesellschaft, die DB Regio AG, das Referat für Stadtplanung und Bauordnung, die Stadtwerke München GmbH, der Planungsverband Äußerer Wirtschaftsraum München, Vertreter der unmittelbar beteiligten Gebietskörperschaften sowie die BMW Group angehörten.

Arbeitsschritte der Machbarkeitsstudie waren

- Abschätzung der verkehrlichen und wirtschaftlichen Einsatzmöglichkeiten einer Stadt-Umland-Bahn im Raum München durch den Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München,
- Grobabschätzung der potentiellen Verkehrsnachfrage durch die Firma INTRAPLAN Consult GmbH, München,
- Untersuchung der technischen Machbarkeit durch die Firma BPR, Hannover,
- Aufstellung eines Betriebskonzeptes durch die Firma IRFP, Dresden,
- abschließende Beurteilung der Machbarkeit wiederum durch den Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München.

2.2 Verkehrsfunktion und Linienverlauf

Das Verkehrsangebot und die Siedlungsstruktur beeinflussen sich bekanntlich gegenseitig. Deshalb darf nicht nur davon ausgegangen werden, welchen verkehrlichen Nutzen eine Stadt-Umland-Bahn hat, sondern es muss auch bedacht werden, wie stark und in welcher Richtung sie die siedlungsstrukturelle Entwicklung beeinflusst.

Die Region München ist ein monozentrisch auf die Kernstadt München ausgerichteter Ballungsraum. Die Regionalplanung hat versucht, die Suburbanisierung, die im wesentlichen von den hohen Bodenpreisen in der Kernstadt getragen wird und sowohl das Wohnen als auch das Gewerbe betrifft, auf Siedlungsachsen zu lenken, die durch die S-Bahn erschlossen werden. Dabei wurden auch die Zentren an den Endhaltestellen der S-Bahn (z.B. Freising, Erding, Wolfratshausen) gestärkt. Der Prozess der Suburbanisierung des Wohnens wurde erleichtert durch die steuerliche Begünstigung der Fahrtkosten zwischen Wohnung und Arbeitsplatz, welche die gegenläufigen Wirkungen der nach außen abnehmenden Bodenpreise und der nach außen zunehmenden Transportkosten dämpfen und auch die weit von der Kernstadt entfernten Siedlungsstandorte attraktiv machte. Dennoch kann die hohe Verdichtung entlang der Achsen nicht mehr nur positiv gesehen werden: An den Haltestellen sind vielfach Hochhäuser entstanden, die zwar für die Bewohner kurze Fußwege zur Bahn bieten, aber auch Nachteile der hohen Verdichtung (geringer Wohnwert, soziale Probleme, Kinderfeindlichkeit, Verlorengehen menschengerechter Maßstäbe) aufweisen und das häufig angestrebte „Wohnen im Grünen“ gar nicht zulassen. Diese Nachteile haben in Verbindung mit einem überproportionalen Ansteigen der Bodenpreise entlang der Achsen zu einem zunehmenden Siedlungsdruck auf die Achsenzwischenräume geführt. Diesem Siedlungsdruck wird von den betroffenen Umlandgemeinden aus finanzpolitischen Gründen leicht nachgegeben.

Die Achsenzwischenräume sind von den heute verfügbaren ÖPNV-Systemen (achsenorientierte S-Bahn mit flächenorientiertem Zubringerbus) nur schlecht zu bedienen, denn der Bus besitzt generell nur eine geringe Attraktivität. Als Alternative ist der Park-and-Ride-Verkehr entstanden, der allerdings planerisch bisher stark vernachlässigt wurde (Überlastung der günstig gelegenen Anlagen, Fehlbelegung durch in der Nähe Beschäftigte, geringer Komfort). Wenn von der Wohnung aus wegen schlechter ÖPNV-Anbindung zunächst der PKW benutzt werden muss, verleitet dies dazu, mit dem Pkw gleich bis zum Ziel in der Kernstadt zu fahren. Selbst wenn es gelingen würde, den Suburbanisierungsprozess auf die Achsen zu beschränken, würden zwischen den Achsen Querbeziehungen entstehen, die mit der radial ausgerichteten S-Bahn kaum zu bedienen sind (Umweg über das Zentrum).

Von der Stadt-Umland-Bahn können folgende Funktionen erfüllt werden:

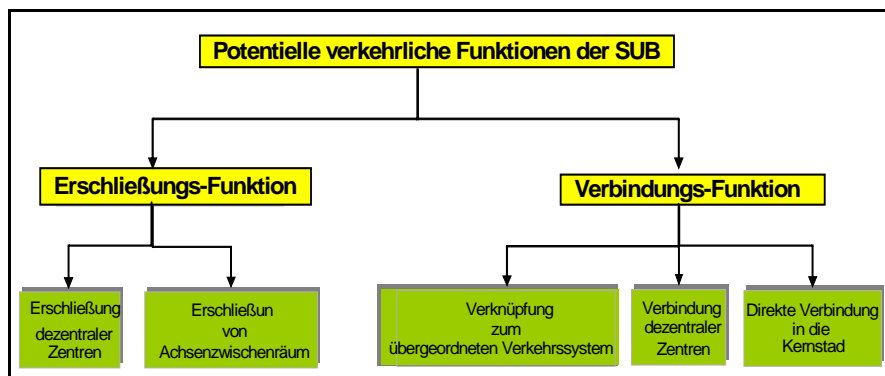


Abb. 2.2-1: Funktionen einer Stadt-Umland-Bahn

Durch eine gute Verknüpfung zum bestehenden SPNV stärkt die Stadt-Umland-Bahn die Netzwerke des gesamten ÖPNV. Sie ermöglicht es, die bisher meist mangelhafte Anbindung bestimmter Siedlungsschwerpunkte an den ÖPNV zu verbessern und die Siedlungsschwerpunkte im Umland untereinander zu verbinden. Damit leistet sie einen Beitrag zur Erhöhung des ÖPNV-Anteils nicht nur am Gesamtverkehr zwischen Umland und Kernstadt sondern auch innerhalb des Umlandes. Im Gegensatz zu Karlsruhe und Saarbrücken soll die Münchener Stadt-Umland-Bahn allerdings nicht bis in die Innenstadt fahren. Dies bleibt Aufgabe der S-Bahn und der U-Bahn. Die Stadt-Umland-Bahn übernimmt hierfür lediglich die Zubringerfunktionen. Außerdem hat sie Erschließungsfunktion für die Siedlungsgebiete zwi-

schen den Achsen. Verbindungsfunktion und Erschließungsfunktion stehen untereinander in einem Zielkonflikt: Eine gute Erschließung der Siedlungsgebiete erfordert kurze Haltestellenabstände, wohingegen eine schnelle Verbindung nur bei großen Haltestellenabständen möglich ist.

Aus diesen siedlungsstrukturellen und verkehrlichen Überlegungen leitet sich das Liniennetz der Stadt-Umland-Bahn ab. Um einen wirtschaftlichen Betrieb nicht von vorn herein auszuschließen, wurde eine Linienführung gewählt, die kernstadtnah und teilweise sogar innerhalb der Kernstadt verläuft:

- Linie 1: Dachau – Moosach – Nordring – Messe/Riem – Gronsdorf,
- Linie 2: Aubing – Pasing – Moosach – Nordring – Ismaning,
- Linie 3: Heimstetten – Aschheim – Messe/Riem – Neuperlach Süd – Taufkirchen,
- Linie 4: Giesing – Solln – Fürstenried – Germering – Gröbenzell.

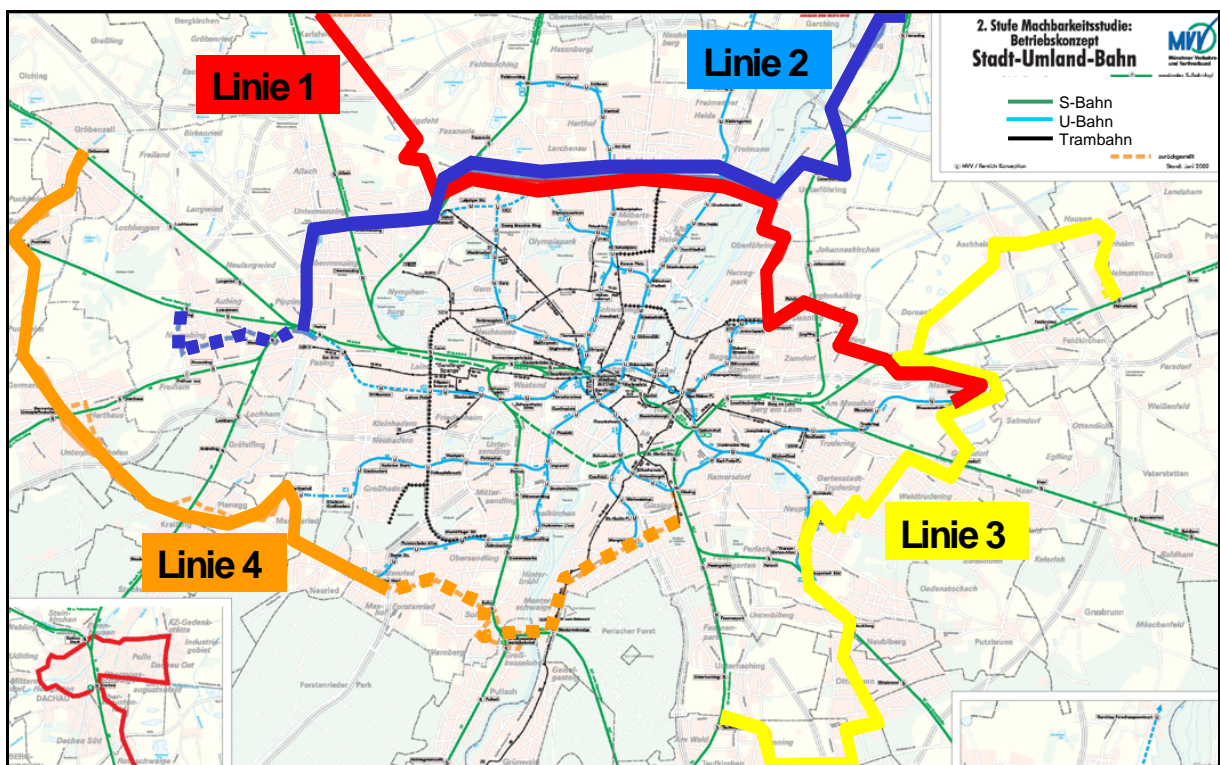


Abb. 2.2-2: Liniennetz

2.3 Infrastruktur und Fahrzeuge

Angestrebt wird, die Stadt-Umland-Bahn auf einem zweigleisigen besonderen Bahnkörper zu führen, entweder als Streckenneubau oder als Mitbenutzung vorhandener Strecken. Sofern dadurch in den betroffenen Orten ein zu starker Eingriff in gewachsene Strukturen erfolgt, kann ein eingleisiger Ausbau vorgenommen werden, oder die Gleise werden straßenbündig verlegt. Die Mitführung der Stadt-Umland-Bahn im Straßenraum ohne eigenen Gleiskörper wirkt sich allerdings negativ auf die Förderungsmöglichkeit aus.

Eine Auslegung der Trassierung auf mehr als 70 km/h wird wegen der kurzen Haltestellenabstände nicht für sinnvoll erachtet.

Die Nutzung von bestehenden zweigleisigen Trambahnstrecken setzt einen ausreichenden Gleisabstand voraus. Dies ist im heutigen Trambahnnetz nicht überall gegeben. Die Fahrzeuge der Stadt-Umland-Bahn weisen voraussichtlich eine Breite von 2,65 m auf, während

die Münchner Trambahnfahrzeuge nur 2,35 m breit sind. Eine Vergrößerung des Gleisabstandes bei der Trambahn stellt allerdings kein grundsätzliches Hindernis dar und wird bei Gleiserneuerungen bereits berücksichtigt.

Die Mitbenutzung von DB-Strecken ist bei der gegenwärtigen Rechtslage grundsätzlich möglich. Dennoch sieht die DB hier Probleme. Angesichts der starken Belastung der S-Bahn-Strecken, die teilweise im Mischbetrieb mit dem Regional- und Fernverkehr befahren werden, würde eine Belastungserhöhung zu einer weiteren Einschränkung der Zuverlässigkeit führen. Selbst eine Mitbenutzung des Nordrings, der gegenwärtig lediglich Güterverkehr aufnimmt, wird von der Bahn für nicht möglich gehalten, weil der dortige Güterverkehr eine unregelmäßige Fahrtenfolge mit häufigen Fahrplanabweichungen aufweist. Außerdem finden in den Bahnhöfen häufig Rangierfahrten statt. Eine weitere Erschwernis bei der Mitbenutzung des Nordrings wird seitens der DB in der erwarteten Steigerung des Güterverkehrs nach Fertigstellung des Brenner-Basistunnels gesehen.

Im Zuge von Neubaustrecken sind Ingenieurbauwerke oftmals ein wesentlicher Kostenfaktor. Bei der Konzeption des Stadt-Umland-Bahn-Netzes wurde das Ziel verfolgt, so weit wie möglich vorhandene Bauwerke zu nutzen und damit die Investitionskosten gering zu halten. Dies kann beispielsweise im Bereich des Nordrings bei der Querung der Isar (Leinthaler Brücke), im Bereich Ludwigsfeld und zwischen Ismaning und Unterföhring jeweils bei der Querung der A99 und bei zahlreichen S-Bahn-Unterführungen (Pasing, Untermenzing, Neuperlach Süd) möglich sein.

Die Mitbenutzung von DB-Gleisanlagen würde wie in Karlsruhe und Saarbrücken eine Bimodalität der Fahrzeuge erfordern. Außerdem tritt das Problem der differierenden Bahnsteighöhen auf. Es gilt abzuwägen, ob durch die Mitbenutzung von DB-Gleisen die Kosten tatsächlich gesenkt oder vielleicht sogar erhöht werden. Bei dieser Abwägung sind die eingesparten Infrastrukturkosten und die zu zahlenden Trassenpreise einander gegenüber zu stellen.

Mit einem Zweisystemfahrzeug ist grundsätzlich sowohl ein Betrieb auf Strecken nach BOStrab (Betriebsordnung Straßenbahn) als auch nach EBO (Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung) möglich. Durch die doppelt vorhandenen Antriebsaggregate steigt zwar die Flexibilität bezüglich des Einsatzes auf vorhandenen Bahnstrecken, aber im Vergleich zu Einsystemfahrzeugen steigen auch das Gewicht des Fahrzeuges, der Energieverbrauch und damit die Betriebskosten. Zudem liegen die Anschaffungskosten für ein Zweisystemfahrzeug laut Hersteller mit 3,2 Mio Euro deutlich über denen eines reinen Stadtbahnfahrzeuges mit 2,8 bis 3,0 Mio Euro. Ein vergleichbares reines Stadtbahnfahrzeug ohne Zweisystemausrüstung kann wegen der geringeren Masse bei gleicher Leistung ein besseres Beschleunigungsverhalten und damit kürzere Fahrzeiten erreichen.

Vom Lenkungsreis wird ein Fahrzeug mit Brennstoffzelle als Energiequelle vorgeschlagen. Solche Fahrzeuge sind z.Zt. noch nicht vorhanden. Positive Erfahrungen mit der Brennstoffzelle liegen erst im Bereich der Niederflurbusse vor. Bis zur möglichen Realisierung der Stadt-Umland-Bahn ist jedoch eine Weiterentwicklung des Einsatzes der Brennstoffzelle zu erwarten.

2.4 Betriebskonzept

Das Betriebskonzept sieht ganztägig einen 20-Minuten-Takt vor, der in der Hauptverkehrszeit auf einen 10-Minuten-Takt verdichtet werden soll.

Bei der Erstellung des Betriebskonzepts wurde von einer maximalen Geschwindigkeit von 50 km/h auf straßenbündigem Bahnkörper und von 70 km/h auf Strecken mit besonderem Bahnkörper ausgegangen. Die Begrenzung auf 70 km/h macht eine gesonderte Zugsicherung entbehrlich. Der Berechnung der Fahrzeiten liegt die Annahme einer Priorisierung der Fahrzeuge der Stadt-Umland-Bahn an Lichtsignalanlagen zugrunde.

Bei der Festlegung des Streckennetzes muss bedacht werden, dass Wartungs- und Instandhaltungsanlagen erforderlich sind. Wenn das Streckennetz der Stadt-Umland-Bahn Anschluss an das Streckennetz der Trambahn erhält, können die dortigen Anlagen unter der Voraussetzung ausreichender Gleisabstände in den Zufahrtsstrecken mit benutzt werden. Bei Insellösungen müssten gesonderte Anlagen für die Stadt-Umland-Bahn erstellt werden.

2.5 Abschätzung der Kosten

Die Kosten und Einnahmen setzen sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Investitionskosten,
- Investitionsförderung durch Bund und Land,
- Kosten des laufenden Betriebs,
- Einnahmen aus der Fahrgastbeförderung,
- Zuschüsse des Aufgabenträgers zum laufenden Betrieb,
- Einsparungen bzw. Einnahmeverluste im bisherigen ÖPNV-Angebot.

Die Investitionskosten und die Investitionsförderung bilden einen von der Nachfrage unabhängigen Kostenblock. Die Betriebskosten sind dagegen nachfrageabhängig.

Eine Grenzwertbetrachtung dieser Komponenten erfolgt mit Hilfe des nachfolgend dargestellten Diagramms. Dabei ist wegen der bisher unbekanntten Fahrpreise auf der Ordinate anstelle der Einnahmen aus der Fahrgastbeförderung die Anzahl der Fahrgäste angegeben. Diese Größe muss unter Berücksichtigung der Höhe der Fahrpreise noch skaliert werden.

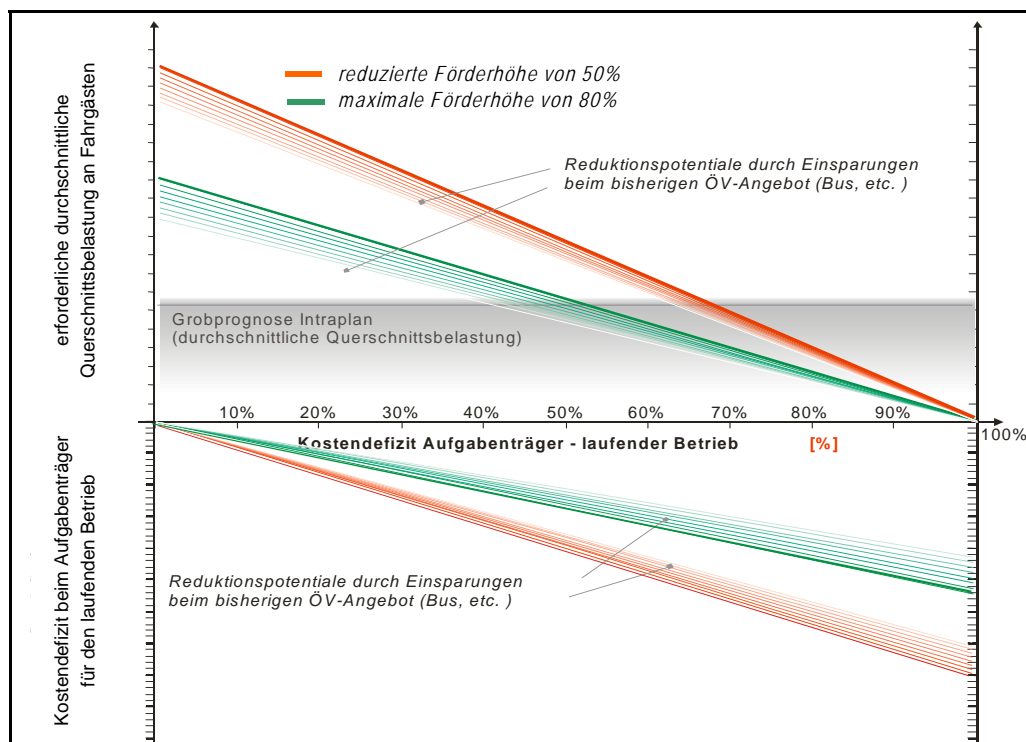


Abb. 2.5-1: Abschätzung der Kosten

Im oberen Teil des Diagramms ist auf der Ordinate angegeben, wie gross die durchschnittliche Querschnittsbelastung an Fahrgästen unter Annahme der heutigen Fahrpreise mindestens sein muss, damit ein bestimmtes prozentuales Defizit (Abszisse) nicht überschritten wird. Im unteren Teil ist auf der Ordinate die damit korrelierende absolute Höhe des Defizits aufgetragen.

Da noch keine Aussage getroffen werden kann, in welcher Höhe die Investitionen durch das GVFG förderfähig sind, wurden zwei Geraden angegeben, zwischen denen die Förderung voraussichtlich liegen wird: Der günstigere Fall bezieht sich auf die maximale Förderquote in Höhe von 80%. Der ungünstigere Fall gilt hingegen für eine reduzierte Förderhöhe von 50%. Dieser Fall resultiert aus der Annahme, dass der Streckenanteil mit eigenem Gleiskörper nur rd. 60% beträgt und nur dieser Anteil nach dem GVFG mit 80% förderfähig ist ($0.6 \times 0.8 = 0.5$). Wie das Beispiel Saarbrücken zeigt, ist es aber möglich, dass das Land den Ausfall der Bundesförderung für Strecken ohne eigenen Gleiskörper übernimmt und dadurch der mögliche Höchstsatz der Förderung trotzdem erreicht werden kann. Mit Hilfe telematischer Verfahren ist es auch möglich, den Fahrweg innerhalb des Straßenraums bei Durchfahrt des ÖPNV-Fahrzeugs von anderem Verkehr freizuhalten, so dass temporär ein eigener ÖPNV-Fahrweg entsteht. Es ist anzustreben, dass die 80%-Förderung auch auf einen solchen Fall ausgedehnt wird. Für die Investitionskosten für die ÖPNV-Fahrzeuge wird einheitlich von einer Förderung von 50% ausgegangen.

Eine Kostenkomponente, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur qualitativ berücksichtigt werden kann, sind die durch den Betrieb der Stadt-Umland-Bahn möglichen Einsparungen im bestehenden ÖPNV-Angebot. Dieses Potenzial ist im Diagramm durch die dünnen Linien unterhalb der stark ausgezogenen Geraden markiert.

Zur Berücksichtigung der Fahrgeldeinnahmen wurde in das Diagramm auf der Basis der Grobprognose der Firma INTRAPLAN Consult GmbH ein Band möglicher Fahrgastpotenziale eingetragen.

In dem Diagramm kann in Abhängigkeit von Annahmen über die Investitionsförderung, die Einsparungen bei den übrigen ÖPNV-Systemen (insbesondere bei den Zubringerbussen) sowie die Fahrgastpotenziale abgegriffen werden, wie hoch die Defizitabdeckung durch den Aufgabenträger prozentual (Abszisse) und absolut (Ordinate des unteren Teils) sein muss, um den Betrieb durchführen zu können. Letztlich ist es eine Entscheidung des Aufgabenträgers, welchen Nutzen er von der Stadt-Umland-Bahn erwartet und welchen Zuschuss ihm dieser Nutzen wert ist.

Der Anteil der Kosten für die verschiedenen Aufgabenträger hängt davon ab, wie die Aufgabenträgerschaft der Stadt-Umland-Bahn interpretiert wird und welche Einsparungen bei welchen anderen Verkehrsmitteln entstehen. Ausgangspunkt ist die heutige Aufteilung der Aufgabenträgerschaft:

- Aufgabenträger für den regionalen SPNV (S-Bahn, Regionalverkehr) ist der Freistaat Bayern.
- Aufgabenträger für den innerstädtischen ÖPNV (U-Bahn, Straßenbahn und Stadtbusse) ist die Landeshauptstadt München.
- Aufgabenträger des nicht-schienegebundenen Regionalverkehrs (Busse) sind die Landkreise.

Die Stadt-Umland-Bahn nimmt eine Zwischenrolle ein. Sie bewegt sich sowohl in den Umland-Landkreisen, als auch in der Landeshauptstadt. Sie ist schienegebunden, führt aber zu Einsparungen von Bus-Linien in den Landkreisen und der Landeshauptstadt. Als Aufgabenträger für die Stadt-Umland-Bahn werden - nach § 8 BayÖPNVG - daher die Landkreise bzw. die Landeshauptstadt München angesehen. Dies führt über die Kreisumlage zu einer indirekten Kostenbeteiligung der Gemeinden.

2.6 Tendenzen nach 2010

Alle Bevölkerungsprognostiker sind sich einig, dass die Bevölkerungszahl in der Bundesrepublik Deutschland – bei unterstellter unveränderter Geburten- und Sterberate – abnimmt und zwar mit zunehmender Tendenz ab etwa dem Jahre 2030. Ursache für die Verstärkung des Bevölkerungsrückgangs ist, dass sich in der nächsten Generation die geringere Anzahl gebärfähiger Frauen mit einer geringen Geburtenrate überlagern. Ein Ausgleich dieses starken Bevölkerungsrückganges durch Zuwanderung aus dem Ausland erscheint nur in geringem Umfang möglich.

Die globale Abnahme der Bevölkerungszahl in der Bundesrepublik Deutschland wird überlagert durch regionale Verschiebungen. Die Bevölkerung wird aus wirtschaftlich schwachen Räumen in wirtschaftlich stärkere Räume wandern, wie dies heute schon zwischen den alten und den neuen Bundesländern geschieht. Hiervon profitieren die Metropolregionen, in denen die Bevölkerungszahl trotz der globalen Abnahme größenordnungsmäßig etwa gleich bleiben wird. Dementsprechend wird sich die Bevölkerungszahl in den wirtschaftlich schwachen Räumen noch stärker reduzieren als im Durchschnitt. Eine analoge Entwicklung wird es auch im Gewerbe, im Handel und in der Verwaltung geben. Damit werden sich auch Arbeitsplätze von den wirtschaftlich schwächeren Räumen in die wirtschaftlich stärkeren Räume verlagern.

Da anzunehmen ist, dass sich die heutigen Trends in der Lebensweise der Menschen fortsetzen, werden die in der Vergangenheit schon starken Veränderungen in der Haushaltsstruktur mit einer Abnahme der Haushaltsgröße und der Zunahme der Anzahl der Haushalte auch in Zukunft weiter anhalten. Damit steigt der spezifische Wohnflächenbedarf des Einzelnen weiter an. Ein aufgrund der Veränderungen in der Bevölkerungsstruktur (u.a. Zunahme der Einpersonenhaushalte) weiterhin ansteigender spezifischer Wohnflächenbedarf treibt die Bodenpreise nach oben und erhöht den Druck auf den Wohnungsmarkt. Dieser Anstieg wird allerdings durch den wirtschaftsstrukturell bedingten relativen Rückgang des Einkommens gedämpft werden. Das Verhältnis zwischen Bodenpreisen und Einkommen wird wegen des geringer werdenden Einkommens weiter steigen. Bevor diese Entwicklung den Zuzug in die Metropolregionen insgesamt bremst, wird es zu einem weiteren Ausweichen in das Umland kommen. Da die Bodenpreise innerhalb der Siedlungsachsen wegen der guten Verkehrsanbindung auch heute schon sehr hoch sind und eine Ansiedlung auf den äußeren Teilen der Siedlungsachsen hohe Transportkosten verursacht, die sich zukünftig wahrscheinlich nicht mehr durch Steuervergünstigungen kompensieren lassen, wird es zu einem Ausweichen in die Achsenzwischenräume kommen. Die Zentren der Metropolregionen werden dann nicht mehr entlang von Achsen immer weiter in das Umland hinein wachsen, sondern sich, wie früher, flächenmäßig in Form von Jahresringen um die Kernstadt vergrößern.

Eine ähnliche Entwicklung dürfte das Standortgefüge des Gewerbes nehmen. Das Gewerbe leidet ebenfalls unter den steigenden Bodenpreisen in der Kernstadt, auch wenn es gegenwärtig konjunkturbedingte Leerstände gibt. Hinzu kommt eine schlechte Erreichbarkeit der innerstädtischen Standorte durch den Lieferverkehr. Wenn dann eine flächenintensivere Produktionsweise zur Ausdehnung zwingt und die Kundennähe und die Repräsentation keine beherrschende Rolle spielen, werden solche Unternehmen auch ins Umland ziehen. Schon heute wird deutlich, dass sich derartige Betriebe weniger entlang der Siedlungsachsen als vielmehr zwischen den Achsen ansiedeln. Damit wird auch das Gewerbe zur Bildung der o.g. Jahresringe beitragen.

Eine solche Veränderung der Flächennutzung innerhalb der Metropolregionen würde dem Bau einer Stadt-Umland-Bahn zusätzliches Gewicht verleihen und ihre Wirtschaftlichkeit erhöhen.

Die Stadt-Umland-Bahn sollte aber nicht nur als ein Verkehrssystem angesehen werden, mit dem auf die o.g. Veränderung der Verkehrsnachfragestruktur reagiert werden kann, sondern gleichzeitig als ein System, dessen frühzeitige Präsenz die Flächennutzungsstruktur mit dem Ziel von räumlichen Schwerpunktbildungen gezielt beeinflussen kann.

2.7 Empfehlungen

Die Untersuchung kommt zu folgenden zusammenfassenden Empfehlungen:

- Die Stadt-Umland-Bahn ist prinzipiell ein sinnvolles Verkehrsmittel für die Anbindung der Stadtrandbezirke an die Innenstadt und des stadtnahen Umlandes an die Kernstadt.
- Ein Urteil über die Wirtschaftlichkeit hängt davon ab, welchen Wert die Aufgabenträger dem verkehrlichen und siedlungsstrukturellen Nutzen der Stadt-Umland-Bahn beimessen.
- Es ist zu erwarten, dass die zukünftigen siedlungsstrukturellen Entwicklungen weitere Fahrgast-Potenziale für die Stadt-Umland-Bahn freisetzen.
- Es sollte nicht abgewartet werden, bis sich eine Stadt-Umland-Bahn-günstige Siedlungsstruktur entwickelt hat, sondern die Stadt-Umland-Bahn sollte als Instrument zur Steuerung dieser Entwicklung eingesetzt werden.

Bearbeiter

Weber, Klaus, Dipl.-Ing.,
Emmrich, Bernd, Dipl.-Geogr.,
Fink, Bernhard, Dipl.-Geogr.,
Haller, Markus, Dr. phil.,
Ismair, Alfred, Dipl.-Geogr.,

} Münchner Verkehrs- und Tarifverbund

Kirchhoff, Peter, Prof. Dr.-Ing.,
Krasser, Gerhard, Dr.-Ing.,
Hümpfner, Stefan, Dr.-Ing.,

} Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung,
Technische Universität München

Beraten | Planen | Realisieren, Hannover/München,
Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung, Dresden,
INTRAPLAN Consult GmbH, München,
KHW, München.

Interne Berichte

INTRAPLAN, München: Münchner-Umland-Bahn, Grobabschätzungen zur potentiellen Verkehrsnachfrage, November 1999.

Beraten | Planen | Realisieren, Hannover/München: Machbarkeitsstudie Stadt-Umland-Bahn, München, Stufe 1: März 2001, Stufe 2: Januar 2003.

Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung, Dresden: Betriebskonzept Stadt-Umland-Bahn München, November 2002.

KHW, München: Bewertung der Stadt-Umland-Bahn Region München, Juni 2003.

3 Verbesserung des Bus-Zubringerverkehrs zum regionalen SPNV

Vorbemerkung: Dieses MOBINET-Arbeitspaket baut auf Vorarbeiten des Lehrstuhls für Verkehrs- und Stadtplanung der TU München auf und entwickelt das vorhandene Wissen auf dem Gebiet Flexibler Betriebsweisen weiter. Im Rahmen des Projektes MOBINET konzentriert sich die Anwendung auf die Kombination von Direkt- und Sammelbussen. Neben den MOBINET-Ergebnissen werden nachfolgend auch die wichtigsten Ergebnisse der Vorarbeiten dargestellt. Damit gibt der Bericht einen zusammenfassenden Überblick über den am Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung der TU München erreichten Forschungsstand zur Anwendung Flexibler Betriebsweisen. Entwicklungen und Anwendungen über MOBINET hinaus erfolgen im Projekt mob² im Rahmen des vom BMBF geförderten Leitprojektes „Personenverkehr in der Region“.

3.1 Problemstellung und Zielsetzung

Bussysteme im Umland der größeren Städte haben neben der inneren Erschließung ihres Einsatzgebietes die Aufgabe, den Verkehr aus der Fläche zu sammeln und zu Verkehrssystemen, die das Umland mit der Kernstadt verbinden, zuzubringen.

Das Grundproblem des ÖPNV im ländlichen Raum besteht in den starken räumlichen und zeitlichen Schwankungen der Verkehrsnachfrage:

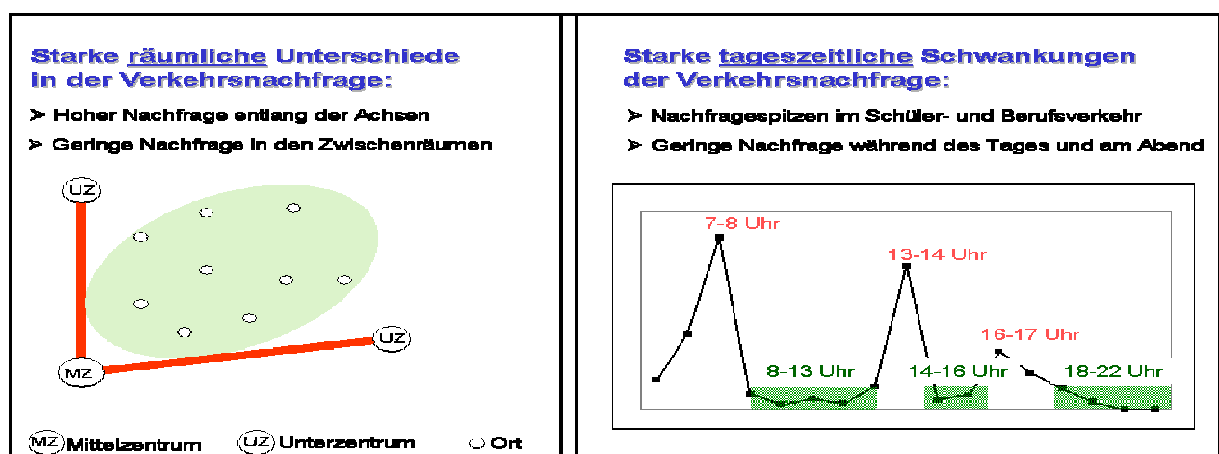


Abb. 3.1-1: Räumliche und zeitliche Schwankungen der Verkehrsnachfrage

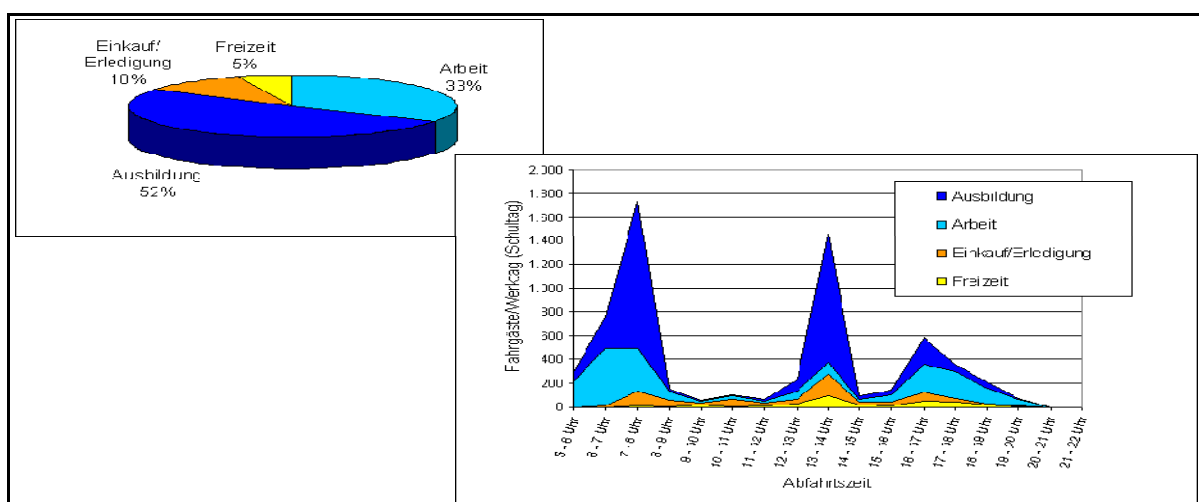


Abb. 3.1-2: Schwankung der Fahrtzwecke

Eine hohe und bündelungsfähige Verkehrsnachfrage tritt im ländlichen Raum nur im Schülerverkehr und im Berufsverkehr auf. Für dessen Bewältigung ist nach wie vor der herkömmliche Linienbetrieb mit Standardlinienbussen notwendig. Außerhalb der Zeiten des Schüler- und Berufsverkehrs besteht dagegen eine geringe und disperse Verkehrsnachfrage. Sie ist die Folge einer Pkw-orientierten Siedlungsentwicklung und wird durch die zunehmende Flexibilisierung der Arbeitszeiten noch weiter ausgedünnt. Aus diesem Grund wird seit längerem mit nachfragegesteuerten Betriebsformen experimentiert. Mit der Telematik stehen inzwischen einsatzfähige Techniken für eine nachfrageabhängige Steuerung des Betriebsablaufs zur Verfügung.

Die in Mitteleuropa praktizierten Systeme mit einer nachfrageabhängigen Bedienung der Haltestellen gehen zurück auf den US-amerikanischen „Dial-a-Bus“. In Anlehnung an diese Systeme wurden Anfang der 70-er Jahre in Friedrichshafen und Wunstorf zwei Pilotprojekte durchgeführt, die von den dortigen Landkreisen getragen und vom damaligen Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) gefördert wurden. Auf den dabei gewonnenen Erkenntnissen bauen die späteren Entwicklungen auf. Dies gilt auch für die Arbeiten im vorliegenden Projekt.

3.2 Konzept der Flexiblen Betriebsweisen

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis des ÖPNV im ländlichen Raum kann verbessert werden, wenn das Angebot unter Einsatz flexibler Betriebsweisen besser an die Nachfrage angepasst wird. Dazu ist es erforderlich,

- das Spektrum der Betriebsformen zu erweitern,
- unterschiedlich große Fahrzeuge einzusetzen,
- unterschiedliche Arten von Unternehmen an der Leistungserstellung zu beteiligen.

Bei den Betriebsformen kann zwischen folgenden Ausprägungen unterschieden werden.

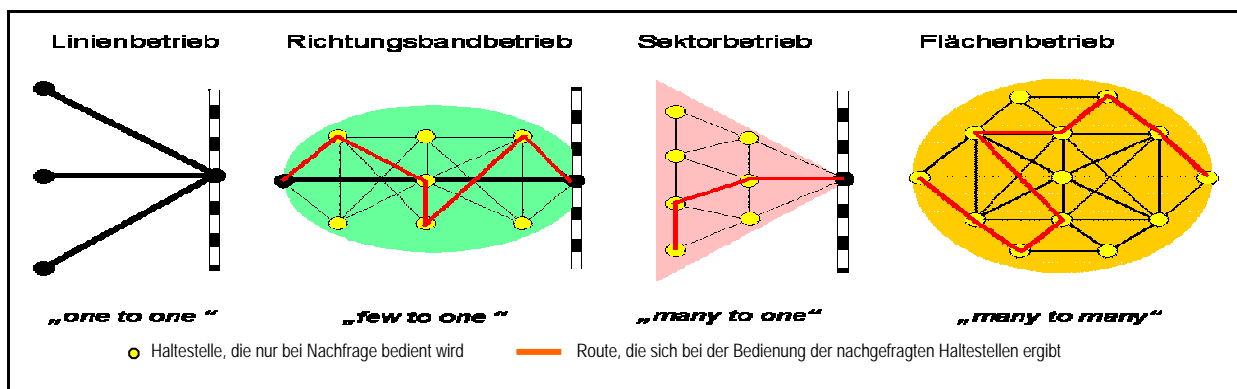


Abb. 3.2-1: Betriebsformen

Bei den nachfragegesteuerten Betriebsformen geht es darum, Haltestellen bei einer Fahrt nur dann zu bedienen, wenn dort aktuell Einstiegs- oder Ausstiegswünsche bestehen. Auf diese Weise lassen sich Fahrzeugkilometer und Fahrzeit sparen. Gleichzeitig kann ohne höheren Aufwand die Haltestellendichte erhöht werden. Wie beim herkömmlichen Linienbetrieb wird auch beim Richtungsbandbetrieb und beim Sektorbetrieb im Takt oder zumindest zu festen Abfahrzeiten von der Anfangshaltestelle aus gefahren. Wegen der Abhängigkeit von der aktuellen Nachfrage sind bei allen nachfragegesteuerten Betriebsformen die Anmeldung von Fahrtwünschen und die Festlegung der Route für die jeweilige Fahrt notwendig.

Zwischen den Betriebsformen gibt es Übergänge: Der Linienbetrieb geht in den Richtungsbandbetrieb über, wenn zusätzlich zu den festen Haltestellen entlang des Linienwegs einzelne Haltestellen links und rechts der Linie bei Nachfrage bedient werden. Im Richtungsband-

betrieb kann es zwischen der Anfangshaltestelle und der Endhaltestelle bauchige Aufweitungen geben, die ähnlich dem Sektorbetrieb sind. Wenn es keine räumliche Ausrichtung der Nachfrage auf eine herausgehobene Haltestelle gibt oder stärkere Verkehrsbeziehungen zwischen den übrigen Haltestellen untereinander bestehen, geht der Sektorbetrieb in den Flächenbetrieb über.

Der Flächenbetrieb ist der allgemeinste Fall der ÖPNV-Bedienung: Wegen der Zufälligkeit der Verkehrsnachfrage und um die Umwege zu begrenzen, müssen gleichzeitig mehrere Fahrzeuge eingesetzt werden; die Bedienung erfolgt jederzeit und damit ohne Fahrplan. Eine solche Betriebsform war Grundlage des „Rufbus“-Probetriebs in Friedrichshafen. Im Sektorbetrieb werden ebenfalls mehrere Fahrzeuge benötigt, aber die Bedienung erfolgt nur noch zu bestimmten Zeitpunkten, also nach Fahrplan. Beim Richtungsbandbetrieb genügt ein einziges Fahrzeug, weil die Umwege durch die Form des Richtungsbandes von vorn herein begrenzt sind. Der Linienbetrieb ist letztlich ein Spezialfall mit nur einem gleichzeitig verkehrenden Fahrzeug und ohne Abweichungen vom kürzesten Weg durch die einzelnen Haltestellen. Diese Betriebsformen stehen nicht nebeneinander, sondern können räumlich und zeitlich miteinander kombiniert werden.

Die unterschiedlichen Betriebsformen Linienbetrieb, Richtungsbandbetrieb und Sektorbetrieb lassen sich folgendermaßen einsetzen:

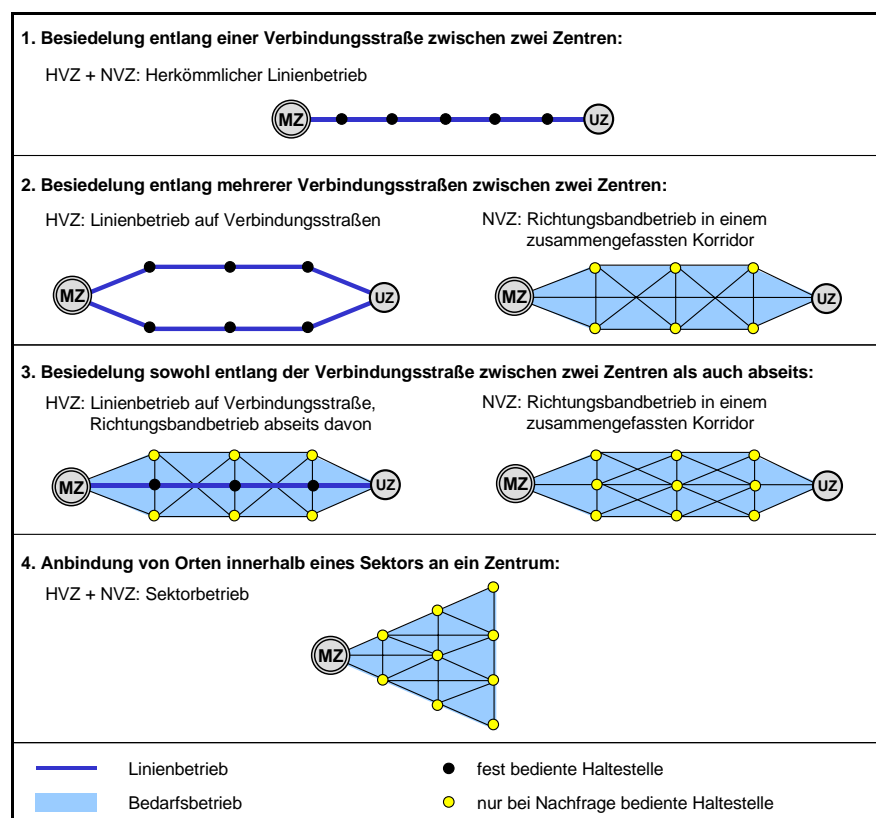
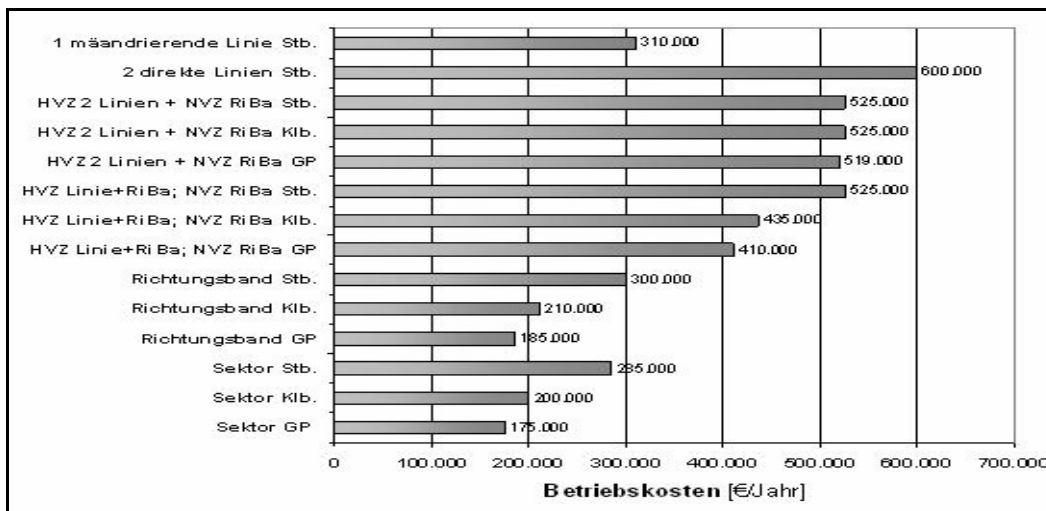


Abb. 3.2-2: Zeitlich und räumlich differenzierter Einsatz unterschiedlicher Betriebsformen

Bei den Fahrzeuggrößen wird unterschieden zwischen Standardlinienbussen mit 60-100 Plätzen, Midibussen mit 40-60 Plätzen, Kleinbussen mit 10-40 Plätzen und Großraum-Pkw mit bis zu 8 Plätzen. Gelenkbusse werden hier wegen der wenigen Möglichkeiten eines sinnvollen Einsatzes im ländlichen Raum nicht betrachtet. Standardlinienbusse und Midibusse werden hauptsächlich im Linienbetrieb eingesetzt, Minibusse und Großraum-Pkw hauptsächlich im nachfragegesteuerten Betrieb.

Die Leistungen können kostengünstig erbracht werden, wenn neben den großen Regionalbus-Unternehmen auch kleinere private Unternehmen und Taxiunternehmen an der Leistungserstellung beteiligt werden. Das Führen eines Großraum-Pkw erfordert keinen Bus-Führerschein, sondern nur den Pkw-Führerschein und eine Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung. Aus diesem Grund können geringer bezahlte Fahrer eingesetzt und Personalkosten eingespart werden. Der Einsatz von Großraum-Pkw ist am einfachsten durch Taxi-Unternehmen zu realisieren.

Durch den Einsatz flexibler Betriebsweisen lassen sich – unabhängig von einer möglichen Kostenreduzierung durch den Wettbewerb – die nachfolgend dargestellten Kosten einsparen. Die Angaben gelten für Korridorlängen von 25 km, einen 1-Stunden-Takt in der Hauptverkehrszeit und einen 2-Stunden-Takt in der Normalverkehrszeit.



HVZ: Hauptverkehrszeit, NVZ: Normalverkehrszeit,
 Stb: Standardlinienbus oder Midibus, Klb: Kleinbus, GP: Großraum-Pkw

Abb. 3.2-3: Betriebskosten für unterschiedliche Ausprägungen Flexibler Betriebsweisen

3.3 Verfahren für den Entwurf des Angebots

Der hier dargestellte Entwurf des Angebots beinhaltet einen Paradigmawechsel: Ausgangspunkt für den Entwurf ist nicht mehr der Schülerverkehr, sondern der allgemeine ÖPNV. Das Verkehrsangebot im ländlichen Raum ist meist aus dem ehemals freigestellten Schülerverkehr hervorgegangen, der um einige, meist wenige Fahrten in den Zeiten außerhalb des Schülerverkehrs ergänzt wurde. Damit ist das Angebot schülerverkehrslastig und unausgewogen. Hier wird der umgekehrte Weg gegangen: Das Netz orientiert sich an der Gesamtheit der Verkehrsbeziehungen aus allen Verkehrszwecken. Der Fahrplan wird getaktet, aus den Umläufen heraus entwickelt und an den Fahrplan der übergeordneten ÖPNV-Systeme angepasst. Die Schüler werden soweit wie möglich mit diesem Angebot befördert. Erst wenn die Fahrzeugkapazitäten nicht mehr ausreichen oder die Taktzeiten mit den Schulanfangs- und -endzeiten nicht auf einen Nenner zu bringen sind, werden zusätzliche Fahrten für den Schülerverkehr eingefügt.

Für diese Vorgehensweise gibt es inzwischen rechnergestützte Entwurfsverfahren, die dem Entwerfer jedoch viele Eingriffsmöglichkeiten und viel Entscheidungsspielraum lassen. Sie ermöglichen eine weitgehende Optimierung des Angebots. Die damit möglichen Kosteneinsparungen werden auf 10 bis 20% geschätzt. Die Nutzung dieser Verfahren in der Praxis ist noch unzureichend.

3.3.1 Entwurf von Netz und Betriebsform

Beim Entwurf von Netz und Betriebsform ist zunächst zu entscheiden, zu welchen Zeiten und auf welchen Relationen herkömmlicher Linienverkehr wirtschaftlich ist, und wann und wo nachfragegesteuerte Betriebsformen in Form des Richtungsbandbetriebs oder des Sektorbetriebs eingesetzt werden sollten. Da die Verkehrsbeziehungen im ländlichen Raum i.d.R. auf den nächst höheren zentralen Ort oder auf Verknüpfungshaltestellen mit übergeordneten ÖPNV-Systemen ausgerichtet sind, bleibt die Anwendung des räumlich unstrukturierten Flächenbetriebs auf Ausnahmefälle beschränkt.

3.3.2 Fahrplanbildung

Die Fahrplanbildung umfasst die Schritte Festlegung der Fahrtenfolge (Bedienungshäufigkeit) und Festlegung der Abfahrtszeiten an den Haltestellen.

Bei der Festlegung der Fahrtenfolge handelt es sich in erster Linie um eine politische Entscheidung, bei der die Angebotsqualität und die Kosten gegeneinander abgewogen werden müssen. Die Anbindung an übergeordnete Schienenverkehrssysteme (Regionalbahn, S-Bahn) erfordert eine Anpassung an die dortigen Zeitlagen. Schienenverkehrssysteme weisen i.d.R. einen stundenbasierten Takt auf, der neben einer Stunde auch ganzzahlige Bruchteile oder Vielfache einer Stunde aufweisen kann. Wegen der starken tageszeitlichen Schwankungen der Nachfrage ist es nicht sinnvoll, im Busverkehr des ländlichen Raums einen gleichbleibenden Takt zu wählen, sondern es sollte eine tageszeitliche Differenzierung mit einem Grundtakt während der Normalverkehrszeit (z.B. 2 Stunden-Takt) und einer Takthalbierung während der Hauptverkehrszeit (z.B. 1-Stunden-Takt) vorgenommen werden. Diese Fahrtenfolge erscheint für den ländlichen Raum als guter Kompromiss zwischen den Forderungen nach hoher Angebotsqualität und geringen Kosten.

Wegen des starken morgendlichen Schülerverkehrs müssen häufig Verstärkerfahrten eingefügt werden. Dies kann dadurch geschehen, dass bei den Fahrten nach außen auf halber Strecke gewendet und anschließend parallel zu der bereits im Fahrzeugumlauf vorgesehenen Schülerfahrt zurückgefahren wird (vgl. Abb. 3.3-1, Fahrt zwischen 7 und 8 Uhr). Dadurch wird der Einsatz eines zusätzlichen Fahrzeuges gespart. Bei dieser räumlichen und zeitlichen Parallelführung bedient jedes Fahrzeug nur einen Teil der Haltestellen, so dass insgesamt eine kürzere Reisezeit für alle Schüler erreicht werden kann.

Nachfolgend ist ein schematischer Umlaufplan mit den o.g. Fahrtenfolgezeiten dargestellt.

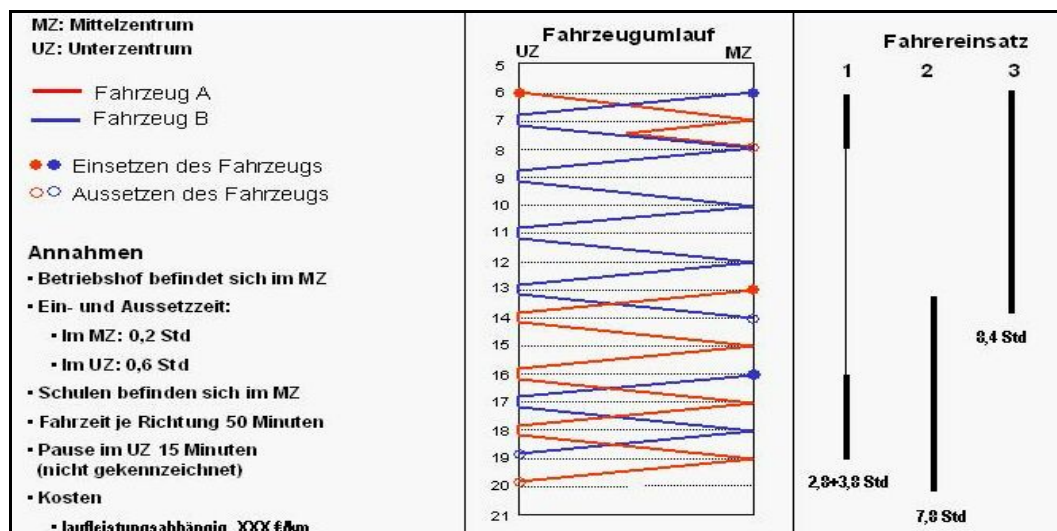


Abb. 3.3-1: Schematischer Umlaufplan

Die Fahrzeiten zwischen den Haltestellen werden beim Linienbetrieb konventionell durch Messfahrten bestimmt. Bei den nachfragegesteuerten Betriebsformen hängen sie davon ab, welche Routen aufgrund der aktuellen Nachfrage gefahren müssen und wie viele Zwischenhaltestellen bis zu der betrachteten Haltestelle bedient werden müssen.

Beim nachfragegesteuerten Betrieb ist die Fahrzeit zwischen der Anfangshaltestelle und einer bestimmten Zwischenhaltestelle eine zufallsbedingte Größe. Sie hängt davon ab, wie viele dazwischenliegende Haltestellen aufgrund der aktuellen Fahrtwünsche bedient werden und welche Route dafür zu fahren ist. Bei kurzen Routen muss der Fahrer durch langsameres Fahren und/oder längere Aufenthaltszeiten an den Haltestellen die Fahrzeit an die Fahrplanzeiten anpassen, da er nicht früher als zu den im Fahrplan angegebenen Abfahrtszeiten an den bedienten Haltestellen abfahren darf. Es kommt zu Zeitverlusten für die bereits im Fahrzeug befindlichen Fahrgäste. Bei langen Routen kommt es zu Wartezeiten für die einsteigenden Fahrgäste. Um die Schwankungen in den Abfahrtszeiten nicht zu groß werden zu lassen, wird eine frühest zulässige Abfahrtszeit definiert (= im Fahrplan angegebene Abfahrtszeit) und aufgrund der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Routenlängen berechnet. Eine spätere Ankunft an der Haltestellen gilt dann als systemspezifische Fahrplantoleranz. Eine Toleranz von 5 Minuten erscheint aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit nachfragegesteuerten Betriebsformen unproblematisch. Erst danach treten Verspätungen auf.

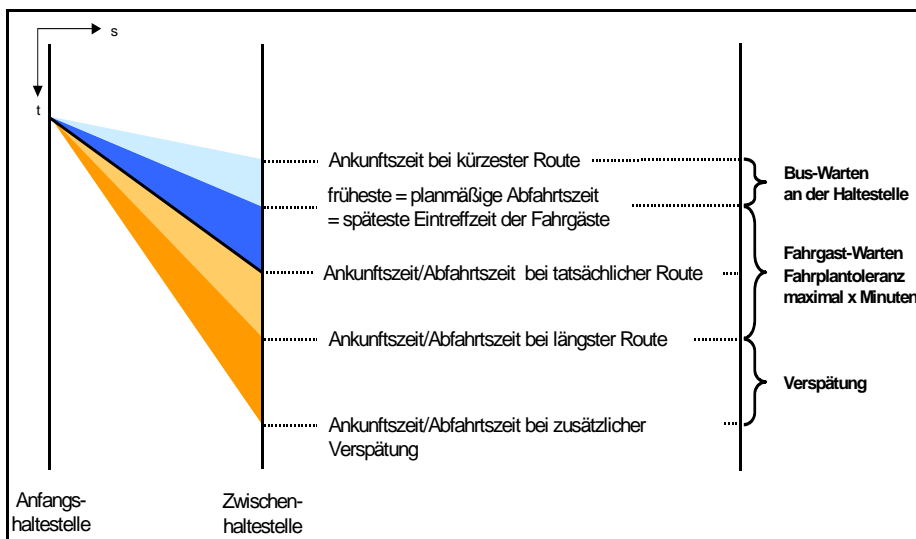


Abb. 3.3-2: Definition von Abfahrtszeiten bei nachfrageabhängiger Haltestellenbedienung

Die Fahrzeit zwischen der Anfangshaltestelle und der Endhaltestelle ergibt sich aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Routen und den dazu gehörenden Fahrzeiten. Diese Wahrscheinlichkeitsverteilung lässt sich nur durch eine Simulation des Betriebsablaufs unter bestimmten Annahmen über die räumliche und zeitliche Verteilung der Verkehrsnachfrage gewinnen.

Da die Schwankungen in den Abfahrtszeiten mit der Länge des Richtungsbandes und der Größe des Sektors zunehmen, ergibt sich aus der als zumutbar angesehenen Fahrplantoleranz von 5 Minuten eine Begrenzung der Abmessungen von Richtungsband und Sektor.

Die zeitlichen Verknüpfungen und damit die Abfahrtszeiten an den Haltestellen lassen sich anhand eines grafischen Schemas entwerfen, in dem neben den Anfangs- und Endhaltestellen alle Verknüpfungshaltestellen sowie die Fahrzeiten zwischen den Verknüpfungshaltestellen aufgetragen sind. Aus der Verknüpfung mit dem höchstrangigen System (Regionalbahn, S-Bahn) und den Fahrzeiten zwischen den Verknüpfungshaltestellen ergeben sich die übrigen Verknüpfungszeiten und damit die dortigen Abfahrtszeiten. Da i.d.R. nicht überall Anschlüsse hergestellt werden können, müssen Prioritäten gesetzt werden.

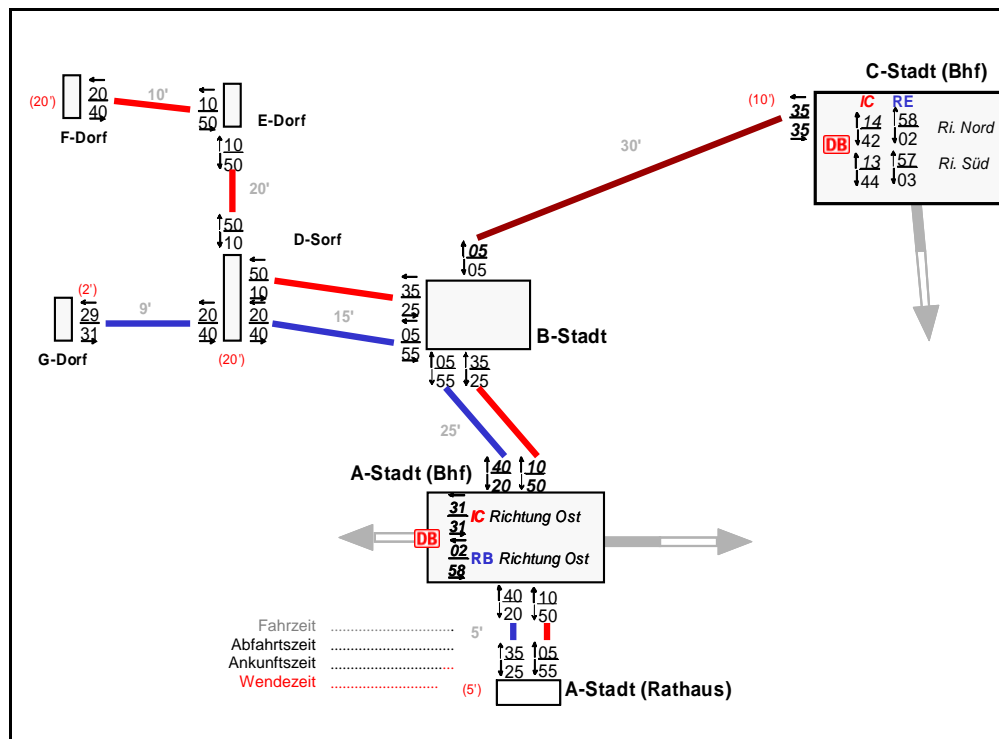


Abb. 3.3-3: Fahrzeiten, Ankunfts- und Abfahrtszeiten

3.3.3 Ermittlung der Anzahl der Fahrzeuge

Um zu einer wirtschaftlichen Lösung zu gelangen, muss der Zusammenhang zwischen der Fahrtenfolgezeit, der Umlaufdauer (die unmittelbar von der Linienlänge abhängt) sowie dem Fahrzeug- und Fahrereinsatz beachtet werden. Bei einem 2-Stunden-Takt ist eine Fahrzeit von der Anfangshaltestelle bis zur Endhaltestelle von 50 Minuten optimal: Es verbleiben je Umlauf 20 Minuten, die als Pausenzeit (15 Minuten innerhalb von 2 Stunden) und Pufferzeit (5 Minuten je Umlauf) genutzt werden können. Bei einem 1-Stunden-Takt ist eine Fahrzeit von 20 bis 25 Minuten optimal, so dass sich alle Stunde eine Pausen- und Pufferzeit von 10 bis 15 Minuten ergibt. Bei längeren Fahrzeiten müssen zusätzliche Fahrzeuge eingesetzt werden. Die Abweichungen von den genannten Optimalwerten führen zu einem zusätzlichen Fahrzeugbedarf und/oder zu unproduktiven Standzeiten. Messgröße für die Wirtschaftlichkeit der Netzstruktur ist der Umlaufwirkungsgrad, d.h. das Verhältnis zwischen der Zeit, in der Fahrgäste befördert werden und der Einsatzzeit der Fahrzeuge.

Beim Flächen- und Sektorbetrieb muss die Anzahl der einzusetzenden Fahrzeuge in Abhängigkeit von der Nachfrage bestimmt werden. Dies erfordert eine Simulation des Betriebsablaufs, in der mittels Sensitivitätsanalyse die Auswirkung bestimmter Nachfrageschwankungen untersucht werden muss. Dabei sind Randbedingungen wie die Kapazität der Fahrzeuge und Grenzwerte für die zumutbaren Umwegzeiten einzuhalten. Die Simulation des Betriebsablaufs liefert gleichzeitig die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Fahrzeiten zwischen der Anfangs- und Endhaltestelle. Aus dieser Verteilung muss eine Umlaufdauer entnommen werden, die mit einer bestimmten Sicherheitswahrscheinlichkeit eingehalten wird. Durch den Einsatz zusätzlicher Fahrzeuge kann die Umlaufdauer verkürzt werden und umgekehrt.

Bevor bei Verletzung der Randbedingungen ein zusätzliches Fahrzeug eingesetzt werden muss, sollte geprüft werden, ob nicht die kritische Haltestelle ausgelassen und durch ein gesondertes Taxi bedient wird. Sofern es sich hierbei um ein seltenes Ereignis handelt, ist diese Lösung billiger als der durchgängige Einsatz eines zusätzlichen Fahrzeugs.

Die Bedienung eines Sektors einschließlich der Substitution einer nachgefragten Haltestelle durch ein Taxi ist nachfolgend dargestellt.

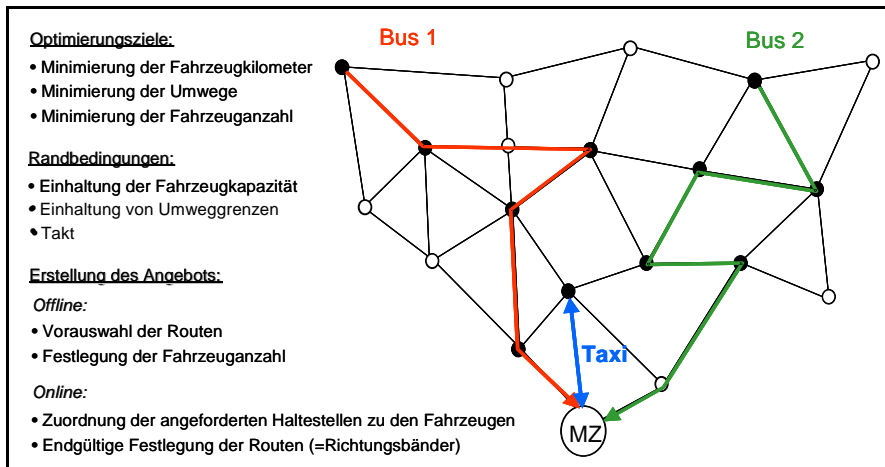


Abb. 3.3-4: Ermittlung der Fahrzeuganzahl und der Fahrzeit bei Sektorbetrieb

3.3.4 Rahmenfahrplan

Das oben skizzierte Umlaufschema, die Fahrzeiten zwischen den Haltestellen und die An- kunfts- und Abfahrtszeiten des übergeordneten SPNV sowie die Anzahl der einzusetzenden Fahrzeuge bilden die Grundlage für die Bildung eines Rahmenfahrplans. Er beschränkt sich auf die Anfangs- End- und Verknüpfungshaltestellen. Aus dem Rahmenfahrplan lassen sich über den erforderlichen Fahrzeugeinsatz die Kosten für den betrieblichen Aufwand ableiten. Nachfolgend ist ein solcher Rahmenfahrplan unter Angabe der Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge sowie dem daraus resultierenden Kilometer-, Zeit- und Kostenaufwand wiederge- geben:

km	t	Bus	A	B	A	B	A	A	A	B	VS	A	A	B	A	B	A
DB aus OZ					5:50	6:50	7:50	9:50	11:50	12:50	12:50	13:50	15:50	16:50	17:50	18:50	19:50
0,0	0,00	Mittelzentrum			6:00	7:00	8:00	10:00	12:00	13:00	13:00	14:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
5,0	0,10	A-Dorf			6:10	7:10	8:10	10:10	12:10	13:10	13:10	14:10	16:10	17:10	18:10	19:10	20:10
8,0	0,15	B-Dorf			6:25	7:25	8:25	10:25	12:25	13:25	13:25	14:25	16:25	17:25	18:25	19:25	20:25
9,0	0,15	C-Dorf			6:40	7:40	8:40	10:40	12:40	13:40	13:40	14:40	16:40	17:40	18:40	19:40	20:40
4,0	0,10	Unterzentrum			6:50	7:50	8:50	10:50	12:50	13:50	13:50	14:50	16:50	17:50	18:50	19:50	20:50
26,0	0,50	kmFahrt			26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0		26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
		kmFahrt zus. an Schultagen									26,0						
		Standzeit			0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		0,10	0,10	0,10	0,10		
0,0	0,00	Unterzentrum	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	11:00	13:00	14:00		15:00	17:00	18:00	19:00		
4,0	0,10	C-Dorf	5:10	6:10	7:10	8:10	9:10	11:10	13:10	14:10		15:10	17:10	18:10	19:10		
9,0	0,15	B-Dorf	5:25	6:25	7:25	8:25	9:25	11:25	13:25	14:25		15:25	17:25	18:25	19:25		
8,0	0,15	A-Dorf	5:40	6:40	7:40	8:40	9:40	11:40	13:40	14:40		15:40	17:40	18:40	19:40		
5,0	0,10	Mittelzentrum	5:50	6:50	7:50	8:50	9:50	11:50	13:50	14:50		15:50	17:50	18:50	19:50		
DB nach OZ			6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	12:00	14:00	15:00		16:00	18:00	19:00	20:00		
26,0	0,50	kmFahrt	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0		26,0	26,0	26,0	26,0		
		kmFahrt zus. an Schultagen										26,0	26,0	26,0	26,0		
		Standzeit	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10			0,10	0,10	0,10	0,10		

Kilometeraufwand	
NWkm/Tag (249 Tage/Jahr)	624
zus. NWkm/Schultag (186 Tage/Jahr)	0
kmEin/Aus /Tag (249 Tage/Jahr)	45
Wkm/Jahr Regelumlauf	166.581
Wkm/Jahr Schülerverstärker	4.836
Wkm/Jahr gesamt	171.417

Einsatzzeit pro Tag [h:mm]					
Bus	t _{Def}	t _{Ein/Aus}	t _S	Σ = t _E	η _U
A	13:20	0:30	2:30	16:20	82%
B	6:40	1:30	0:50	9:00	74%
Σ	20:00	2:00	3:20	25:20	79%

Kosten	Kostensätze	Jährliche Kosten
Personalkosten	30 Eur/h	189.000 Eur/Jahr
fixe Fahrzeugkosten	35.000 Eur/Fz/Jahr	70.000 Eur/Jahr
var. Fahrzeugkosten	0,55 Eur/km	92.000 Eur/Jahr
Kosten Regelumlauf	2,11 Eur/km	351.000 Eur/Jahr
Schülerverstärker	3,00 Eur/km	19.000 Eur/Jahr
Gesamtkosten	2,16 Eur/km	370.000 Eur/Jahr

Abb. 3.3-5: Rahmenfahrplan

Der Quotient aus der Fahrzeug-Einsatzzeit für die Fahrgastbeförderung und der gesamten Einsatzzeit vom Verlassen des Betriebshofs bis zur Rückkehr auf den Betriebshof wird als Umlaufwirkungsgrad bezeichnet. Er ist ein Maß für die Qualität des Fahrplanentwurfs.

Dieser Fahrplan muss i.d.R. aus Kapazitätsgründen und ggf. auch wegen der Unverträglichkeit mit den Schulanfangs- und -endzeiten durch zusätzliche Schülerfahrten ergänzt werden. Zunächst wird versucht, die Taktzeiten an die Schulanfangs- und -endzeiten soweit wie möglich anzupassen, ggf. auch durch einzelne Abweichungen vom Takt. Dabei wird es häufig zu Konflikten zwischen der Anpassung an die übergeordneten ÖPNV-Systeme und der Anpassung an die Schulanfangs- und -endzeiten kommen. Aus der Matrix der Schülerfahrten werden anschließend diejenigen Verkehrsbeziehungen herausgenommen, die mit den Fahrten des allgemeinen Fahrplans einschl. Verstärkerfahrten, befördert werden können. Für die verbleibenden Beziehungen muss dann ein Zusatzangebot, mit einer ggf. abweichenden Linienführung und einem auf die Schulanfangs- und -endzeiten ausgerichteten Fahrplan geschaffen werden. Dies geschieht mit Hilfe von Verfahren des Operations-Research.

Die Fahrzeiten zwischen den Haltestellen müssen zunächst aufgrund von Erfahrungswerten geschätzt werden. Später sind sie aufgrund von Fahrzeitmessungen anzupassen.

3.4 Anmeldung von Fahrtwünschen und Steuerung des Betriebsablaufs

Die Anmeldung von Fahrtwünschen durch die Fahrgäste erfolgt telefonisch. Die Anmeldungen werden in einer Betriebsleitzentrale entgegengenommen und in den Leitrechner eingegeben. Der Leitrechner ordnet die Fahrtwünsche den Kursen zu und bildet die zu fahrende Route. Bevor das Fahrzeug an der Anfangshaltestelle mit der Fahrt beginnt, fragt der Fahrzeugrechner vom Leitrechner die Route ab. Dieser Prozess der Anmeldung ist nachfolgend dargestellt.

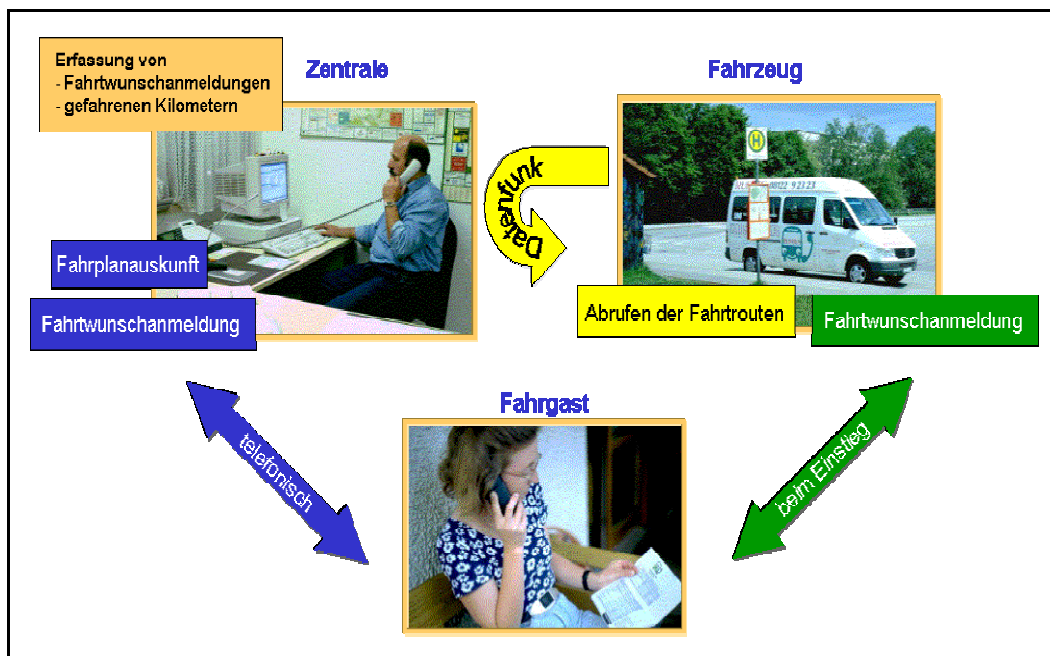


Abb. 3.4-1: Anmeldung von Fahrtwünschen und Steuerung des Fahrtablaufs

Als Besonderheit des vorliegenden Systems kann dem Fahrer beim Einstieg in das Fahrzeug der Ausstiegswunsch an einer Bedarfshaltestelle mitgeteilt werden. Dadurch wird dem Fahrgast die Rückfahrt erleichtert, da er seinen Fahrtwunsch nicht vorher telefonisch anmelden muss. Der Fahrzeugrechner ordnet diese Fahrtwünsche in die bis dahin bestehende Route ein und überträgt sie gleichzeitig an die Leitzentrale.

Die Fahrtwunschanmeldungen sind Ausgangspunkt für die Routenbildung. Beim Flächen- und Sektorbetrieb ist zunächst eine Zuordnung der Fahrtwünsche zu den einzelnen Fahrzeugen erforderlich. Anschließend sind die Routenlängen für die Fahrzeuge zu minimieren. Bei diesen Aufgaben sind Randbedingungen hinsichtlich der Kapazität der Fahrzeuge und dem definierten maximalen Umweg zu beachten. Wegen der Komplexität der Zusammenhänge müssen hierfür Verfahren des Operations-Research eingesetzt werden. Beim Richtungsbandbetrieb vereinfacht sich die Routenermittlung, weil nur ein Fahrzeug im Einsatz ist und damit das Zuordnungsproblem entfällt. Wegen der gestreckten Form des Richtungsbandes verliert auch die Minimierung der Routenlänge an Bedeutung, so dass es ausreichend ist, von einer Maximalroute durch alle Haltestellen auszugehen und diejenigen Haltestellen zu streichen, die bei der betreffende Fahrt nicht bedient zu werden brauchen.

3.5 Ermittlung von Kenngrößen des Betriebsablaufs

Die Ermittlung von Kenngrößen des Beförderungsablaufs dient der Rückkoppelung zur Planung. Wichtige Kenngrößen sind die Fahrgastzahlen, die gefahrenen Routen sowie die Fahrzeiten zwischen den einzelnen Haltestellen.

Die Erfassung der Fahrgastzahlen erfolgt bei den im Linienbetrieb eingesetzten Bussen mit Hilfe eines automatischen Fahrgastzählgerätes, wie dies im städtischen ÖPNV heute schon Stand der Technik ist. Im nachfragegesteuerten Betrieb sind die Fahrgastzahlen dem Leitreechner aufgrund der Anmeldepflicht bekannt. Für die Erfassung der Fahrzeiten werden ein fahrzeugseitiger Zeitgeber und ein GPS-Empfänger zur Standortbestimmung benötigt.

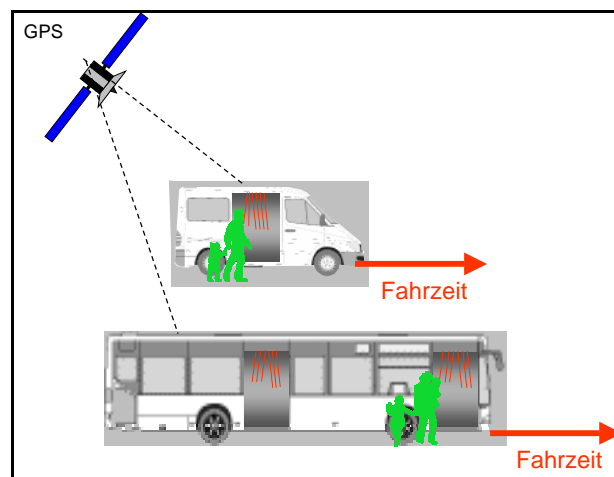


Abb. 3.4-2: Messung des Fahrtablaufs

Die Daten werden in den Fahrzeugen gespeichert und nach Rückkehr in den Betriebshof ausgelesen. Eine Übertragung dieser Daten im laufenden Betrieb, wie sie bei städtischen Betriebsleitsystemen üblich ist, wird im ländlichen Raum wegen der geringen Störanfälligkeit als nicht erforderlich angesehen.

3.6 Demonstration Flexibler Betriebsweisen im Landkreis Erding

Der Landkreis Erding liegt etwa 40 km nordöstlich von München. Am nordwestlichen Rand befindet sich der Flughafen München. Der Landkreis wird durch einer Reihe von Linien des SPNV an die Landeshauptstadt München angebunden:

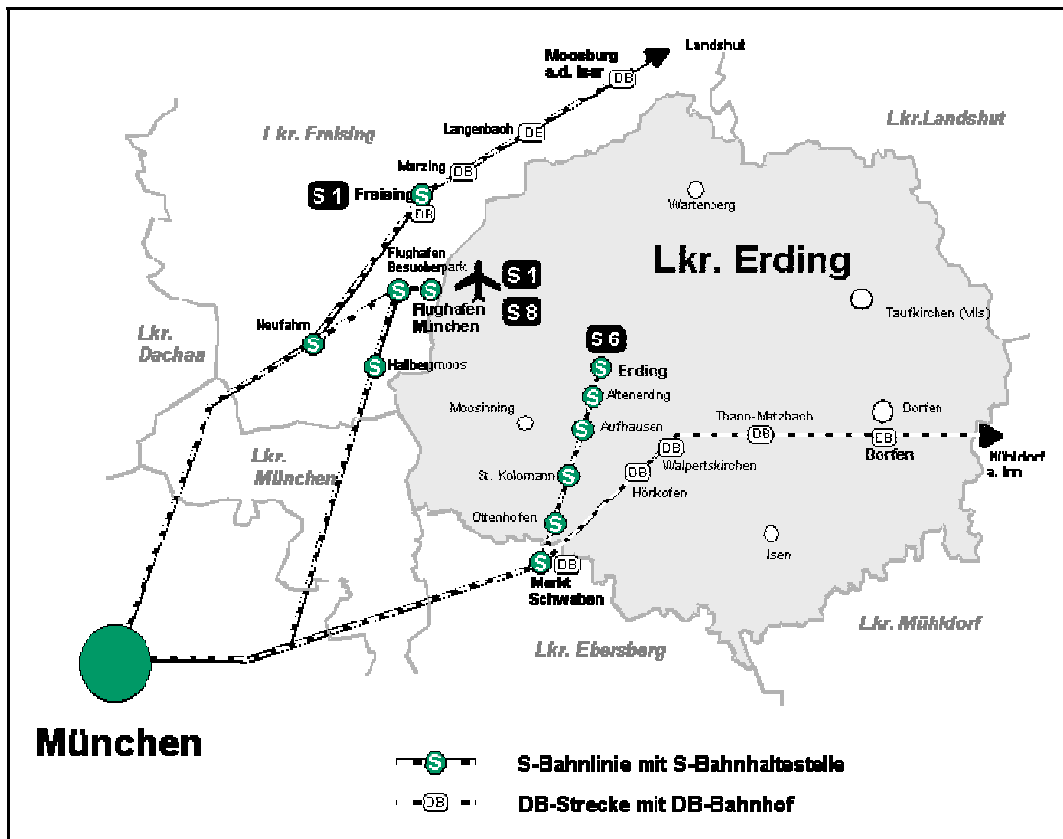


Abb. 3.6-1: Gestalt und Anbindung des Landkreises im SPNV

Neben starken Verkehrsbeziehungen zur Kreisstadt Erding bestehen über die Regionalbahn und die S-Bahn starke verkehrliche Verknüpfungen zur Landeshauptstadt München. Dies gilt insbesondere für den Berufs- und Ausbildungsverkehr:

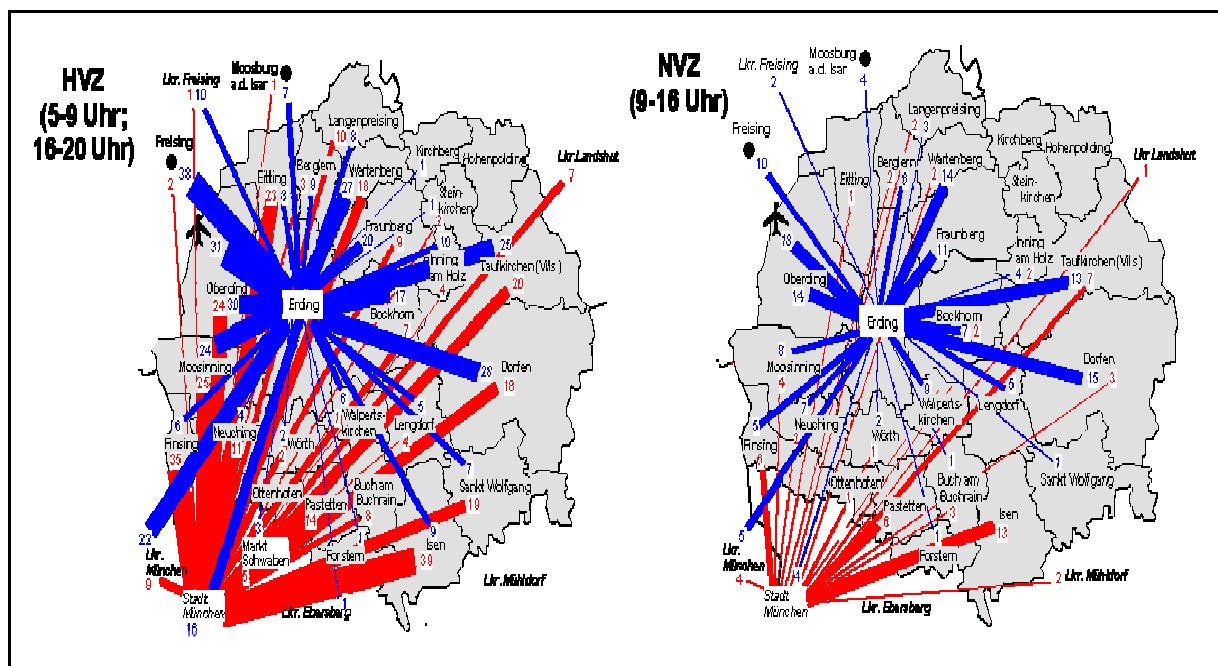


Abb. 3.6-2: Verkehrsbeziehungen zur Kreisstadt Erding und nach München

Ausgangspunkt für den Einsatz nachfragegesteuerter Betriebsformen war ein 1995 entwickeltes auf wenige Linien konzentriertes Netz.

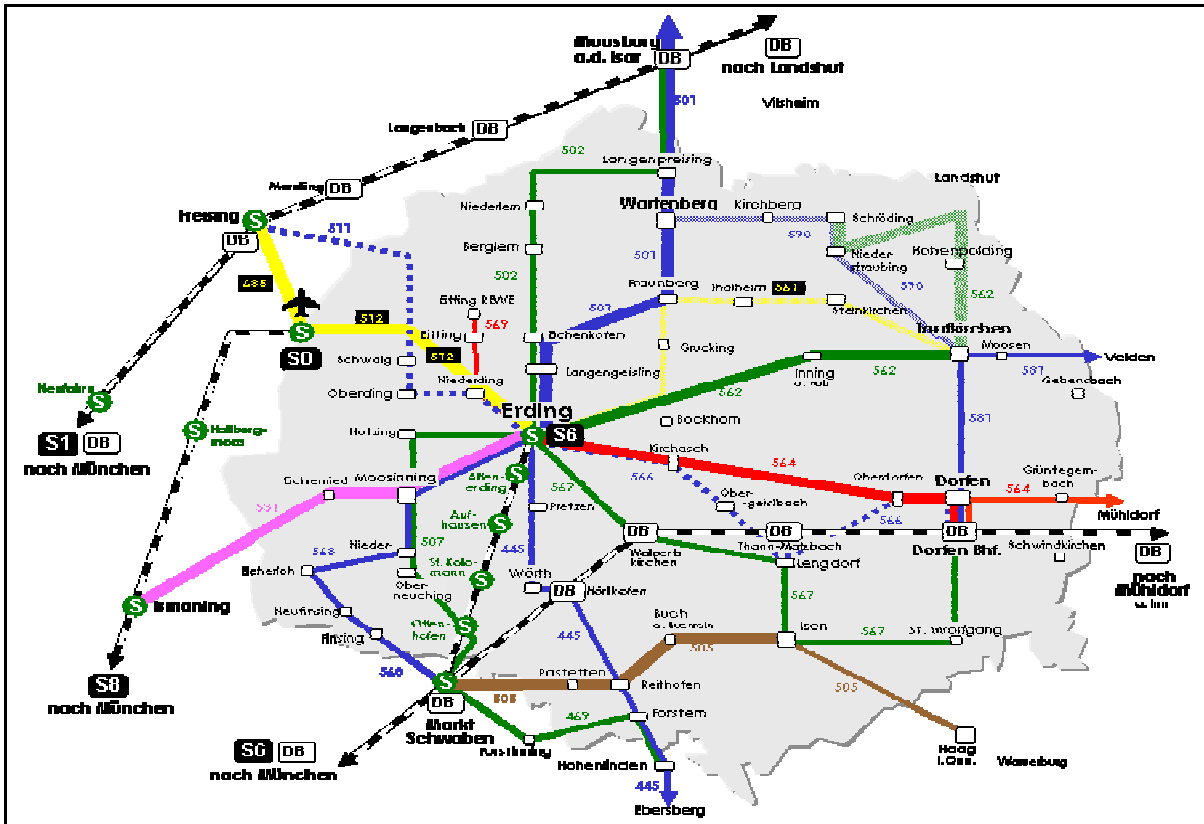


Abb. 3.6-3: Liniennetz

In einer ersten Stufe wurde zum Fahrplanwechsel 1995/96 – also bereits vor dem Projekt MOBINET – in einem sehr dünn besiedelten Waldgebiet in der nordöstlichen Ecke des Landkreises Richtungsbandbetrieb eingeführt:

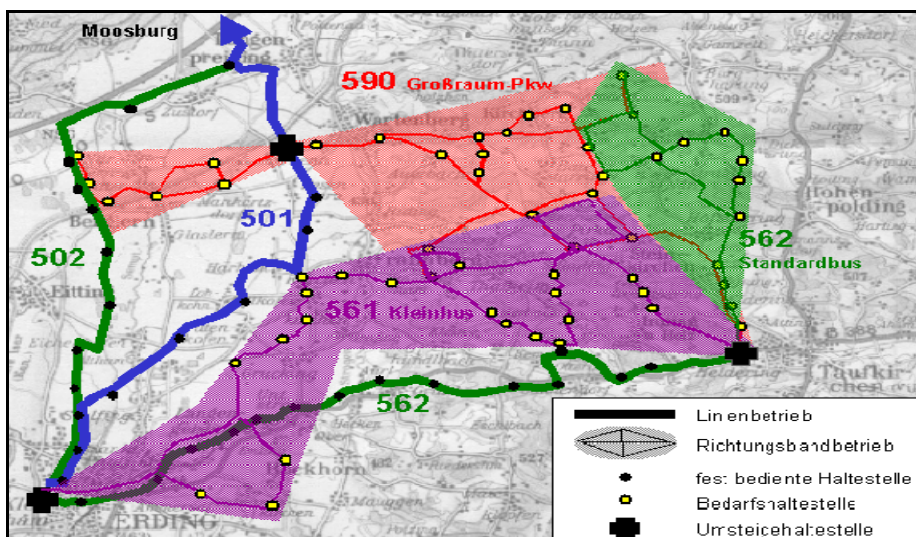


Abb. 3.6-4: Richtungsbandbetrieb im „Erdinger Holzland“

Im Folgejahr wurden im Südwesten des Landkreises die beiden parallelen Linien 507 und 568 während der Normalverkehrszeit in Form eines Richtungsbandes miteinander verknüpft:

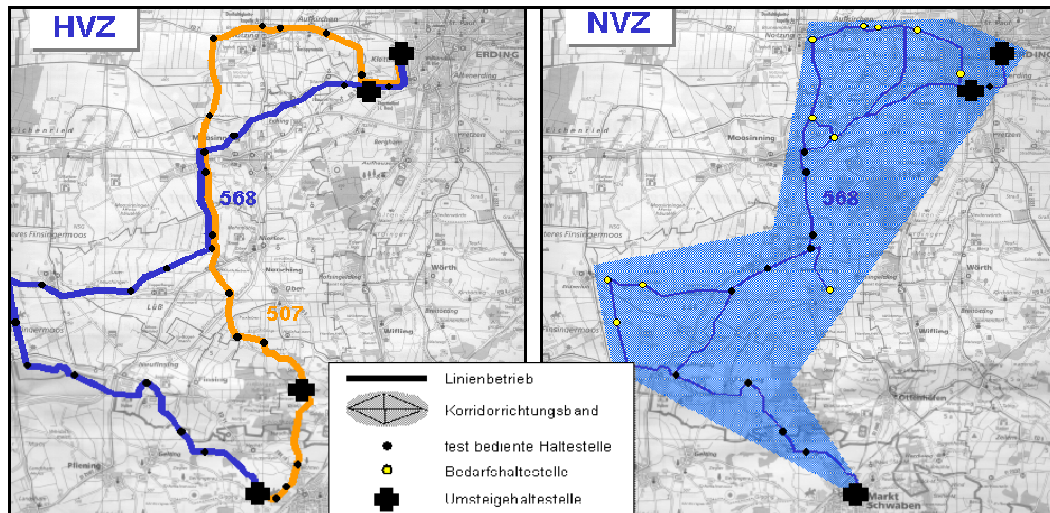


Abb. 3.6-5: Tageszeitliche Differenzierung zwischen Linienbetrieb und Richtungsbandbetrieb

Im Rahmen des Projektes MOBINET entstand auf den Linien 564 und 501/502, die von der Kreisstadt Erding aus zur zweitgrößten Gemeinde Dorfen und zur drittgrößten Gemeinde Wartenberg führen, eine Differenzierung zwischen Direktbussen und Sammelbussen:

- Die Linie 564 zwischen der Kreisstadt Erding und Dorfen bestand vor MOBINET aus herkömmlichem Linienbetrieb. Die abseits der Hauptstraße liegenden Orte wurden entweder gar nicht, durch Halt an der Hauptstraße mit einem längeren Fußweg zum Ort (Haltestelle „Abzweigung xxx“) oder durch Mäandrieren der Linie bei einzelnen Fahrten bedient. Im Rahmen des Projektes MOBINET wurde diese Linie in eine Direktbuslinie 564 und eine Sammelbuslinie 564R aufgespalten:

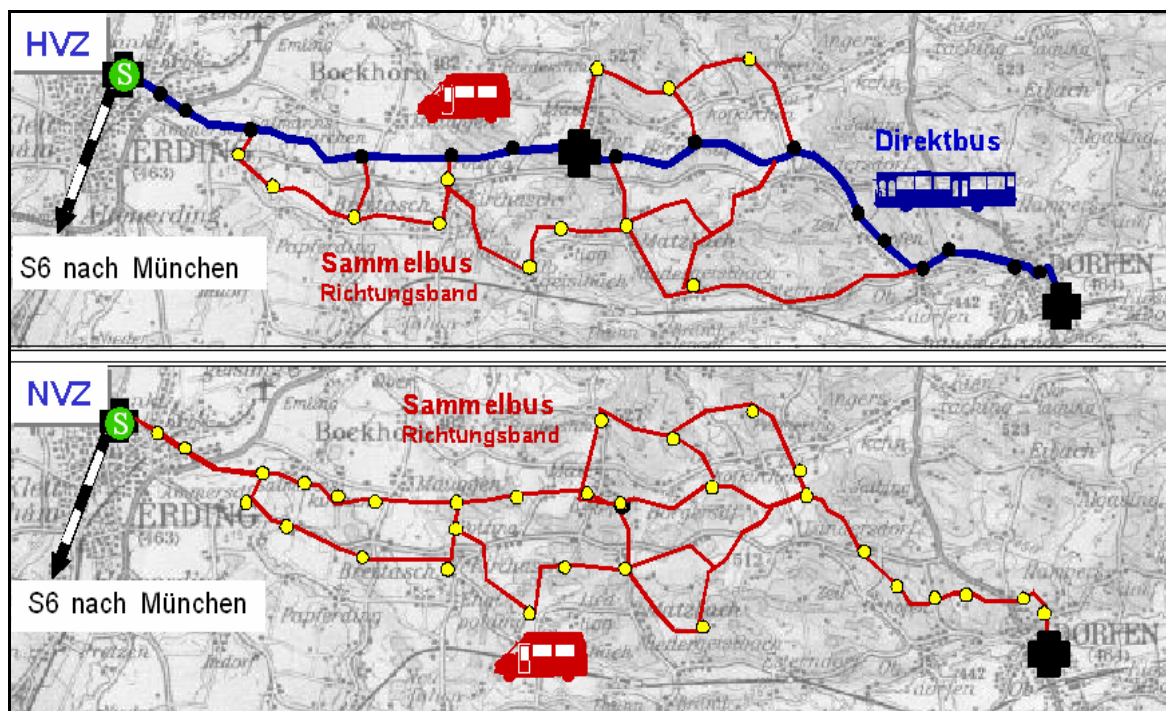


Abb. 3.6-6: Kombination von Direktbus und Sammelbus zwischen Erding und Dorfen

Während der Hauptverkehrszeit (HVZ) werden Direktbus und Sammelbus gleichzeitig eingesetzt, wobei der Direktbus die Orte entlang der Verbindungsstraße im Linienbetrieb

bedient und der Sammelbus bei vorliegender Nachfrage die abseits der Straße liegenden Orte anfährt. Während der Normalverkehrszeit (NVZ) bedient der Sammelbus in der Form eines Richtungsbandes alle Orte des Korridors. Als Direktbus wird weiterhin ein Standardlinienbus eingesetzt und als Sammelbus ein Großraum-Pkw.

- Die Linie 502 zwischen Erding und Wartenberg erhielt einen nachfragegesteuerten Liniensegment und besitzt seitdem eine Sammelfunktion als Zubringer zu der ebenfalls zwischen Erding und Wartenberg verkehrenden Direktbuslinie 501.

Auf allen genannten Linien besteht während der Normalverkehrszeit ein 2-Std.-Takt, der während der Hauptverkehrszeit auf einen 1-Std.-Takt verdichtet wird. In Erding, Dorfen und Markt-Schwaben besteht Anschluss an die Bahn von und nach München.

Die Demonstration basiert auf einem Beschluss des Kreistages des Landkreises Erding. Die Planung der Demonstration erfolgte durch den Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München unter Mitwirkung des Landkreises Erding und des Münchner Verkehrs- und Tarifverbundes. Die Steuerungstechnik wurde von der Fa. ESM GmbH, Hannover auf der Grundlage von Vorentwicklungen des Lehrstuhls beigesteuert.

3.7 Vorher-Nachher-Vergleich

Beim Vorher-Nachher-Vergleich der MOBINET-Maßnahmen muss beachtet werden, dass das Verkehrsangebot mit dem Fahrplanwechsel 1995/96 im Rahmen des damals begonnenen ersten Forschungsprojektes bereits deutlich verbessert worden war. Das sehr stark auf den Schülerverkehr bezogene Angebot mit nur wenigen Fahrten ausserhalb der Schülerbeförderungszeiten wurde ersetzt durch einen 1-Stunden-Takt während der Hauptverkehrszeit und einen 2-Stunden-Takt während der Normalverkehrszeit.

Für den Vorher-Nachher-Vergleich wird die Linie 564 herangezogen, weil sie das Direktbus- und Sammelbuskonzept am besten repräsentiert. Gegenstand des Vorher-Nachher-Vergleichs sind die Angebotsqualität, die daraus ableitenden Fahrgastzahlen und die Kosten.

Die Vorheruntersuchung erfolgte im November 1999 und die Nachheruntersuchung im Oktober 2002. Beide Untersuchungen wurden vom Münchner Verkehrs- und Tarifverbund (MVV) durchgeführt. Bei den erhobenen Daten muss jedoch beachtet werden, dass es sich um Erhebungen an einzelnen Stichtagen handelt, so dass zufällige Verfälschungen nicht ausgeschlossen werden können.

Wichtige Kriterien für die Angebotsqualität sind die Anzahl der bedienten Haltestellen (als Ausdruck der Erschließungsdichte des Gebietes), die Anzahl der täglichen Fahrten (als Ausdruck der Bedienungshäufigkeit) und die Fahrzeit.

Die genannten Merkmale der Angebotsqualität lassen sich unmittelbar dem Fahrplan entnehmen. Die Fahrgastzahlen sind das Ergebnis von Fahrgastzählungen vor und nach der Fahrplanumstellung. Die Kosten ergeben sich aus dem Fahrzeug- und Fahrereinsatz der sich unmittelbar aus dem Fahrplan ableitet.

Vergleich des Angebots

Zeitpunkt	Anzahl der Haltestellen	Anzahl der täglichen Verbindungen je Richtung		Fahrzeit Erding–Dorfen
		Erding–Dorfen	von/nach abseits liegenden Orten	
Nov. 1999	21	9	9	31 min
Okt. 2002	30	12	12	25 min

Tab. 3.7-1: Vergleich der wichtigsten Angebotskomponenten

Die Anzahl der Haltestellen ist um rd. 50% erhöht worden. Die Anzahl der täglichen Fahrten hat sowohl zwischen Dorfen und Erding als auch bei den abseits der Hauptstraße liegenden Haltestellen um rd. 30% zugenommen. Bis auf eine Fahrt am frühen Nachmittag wird ein durchgehender 1-Stunden-Takt gefahren. Bei annähernd gleichbleibenden Fahrzeiten zwischen den abseits der Hauptstraße liegenden Haltestellen und Erding ist die Fahrzeit zwischen Dorfen und Erding um rd. 20% verkürzt worden. 1994 gab es nur 6 Fahrten zwischen Dorfen und Erding bei allerdings gleicher Anzahl der Haltestellen und gleicher Fahrzeit und ab 1995 den o.g. 2-Stunden-Takt / 1-Stunden-Takt.

Vergleich der Fahrgastzahlen

Bei einem Vergleich der Fahrgastzahlen muss nach Fahrtzwecken differenziert werden: Der Schülerverkehr, der den größten Anteil der Verkehrsnachfrage ausmacht, hängt weniger von der Qualität des Verkehrsangebots als von der Jahrgangsstärke der Schüler und der Standortverteilung der Schulen ab. Änderungen des Anteils der Schüler, die von ihren Eltern gebracht werden, dürften gering und von den hier vorgenommenen Angebotsveränderungen weitgehend unabhängig sein. Ebenso wird der Umfang des Berufsverkehrs nicht nur von der Angebotsqualität bestimmt, sondern auch von der Situation im motorisierten Individualverkehr und hier insbesondere von der Parkplatzsituation am Arbeitsplatz.

Im einzelnen ergaben sich folgende Veränderungen in den Fahrgastzahlen:

Linie 564: Fahrgäste* entlang der Hauptstraße zwischen Erding und Dorfen				
Zeitpunkt	insgesamt	Schülerverkehr	Berufsverkehr	sonstiger Verkehr**
Nov. 1999	437	325	80	32
Okt. 2002	502	339	103	60
Linie 564R: Fahrgäste* zwischen Orten abseits der Hauptstraße und Erding				
Zeitpunkt	insgesamt	Schülerverkehr	Berufsverkehr	sonstiger Verkehr**
Nov. 1999	55	26	11	18
Okt. 2002	64	27	15	22
Fahrgäste* auf den übrigen Linien im nordöstlichen Teil des Landkreises				
Zeitpunkt	insgesamt	Schülerverkehr	Berufsverkehr	sonstiger Verkehr**
Nov. 1999	1.025	750	161	114
Okt. 2002	1.125	776	222	127

* Fahrten je Tag in beiden Richtungen

** zum sonstigen Verkehr werden Einkaufs-, Erledigungs- und Freizeitverkehr gerechnet

Tab. 3.7-2: Veränderung der Anzahl der Fahrgäste

Die Anzahl der Fahrten entlang der Hauptstraße zwischen Erding und Dorfen (Linie 564) hat im Vorher-Nachher-Vergleich insgesamt um 15% zugenommen. Im Berufsverkehr betrug die Zunahme 29% und im sonstigen Verkehr (Einkaufen, Erledigungen, Freizeit) 88%. Letzteres ist nahezu eine Verdoppelung der Fahrten. Der Schülerverkehr nahm geringfügig um 4% zu. Sein Anteil am Gesamtverkehr sank von 74% auf 68%, so dass seine Dominanz etwas geringer wurde.

Bei den Fahrten zwischen den Orten abseits der Hauptstraße und Erding (Linie 564R) ist die Fahrgastzahl naturgemäß erheblich geringer. Die Anzahl der Fahrten insgesamt hat – allerdings bei geringen Absolutzahlen – um 16% zugenommen, also in derselben Größenordnung wie bei der Linie 564. Im Berufsverkehr betrug die Zunahme 36% und im sonstigen Verkehr (Einkaufen, Erledigungen, Freizeit) 22%. Der Anteil des Schülerverkehrs liegt hier unter 50%; er sank – bei fast gleichbleibenden Absolutzahlen – lediglich von 47% auf 42%.

Der Verkehr auf den übrigen Linien im nordöstlichen Teil des Landkreises hat ebenfalls zugenommen, aber mit insgesamt 10% geringer als im System aus Direkt- und Sammelbus

(dort um 16%). Im sonstigen Verkehr (Einkaufen, Erledigungen, Freizeit) betrug die Zunahme auf den übrigen Linien lediglich 27% gegenüber 64% beim System aus Direkt- und Sammelbus. Die Zunahme im Berufsverkehr war mit 35% gegenüber 30% bei den übrigen Linien dagegen höher. Bei diesen hohen Zunahmen im Berufsverkehr wirken sich sicherlich auch die schlechter werdende Situation im Straßenverkehr und eine zunehmende finanzielle Anspannung eines Teils der privaten Haushalte aus.

Das System aus Direktbussen und Sammelbussen kommt demnach hauptsächlich dem Einkaufs-, Erledigungs- und Freizeitverkehr zugute, während der Berufsverkehr größenordnungsmäßig gleiche Zunahmen wie bei den übrigen Linien aufweist. Die größere Flexibilität des nachfragegesteuerten Betriebs ist vor allem für die Teilzeitbeschäftigten von Vorteil, wobei dieser Effekt allerdings nicht quantifiziert wurde.

Vergleich der Kosten

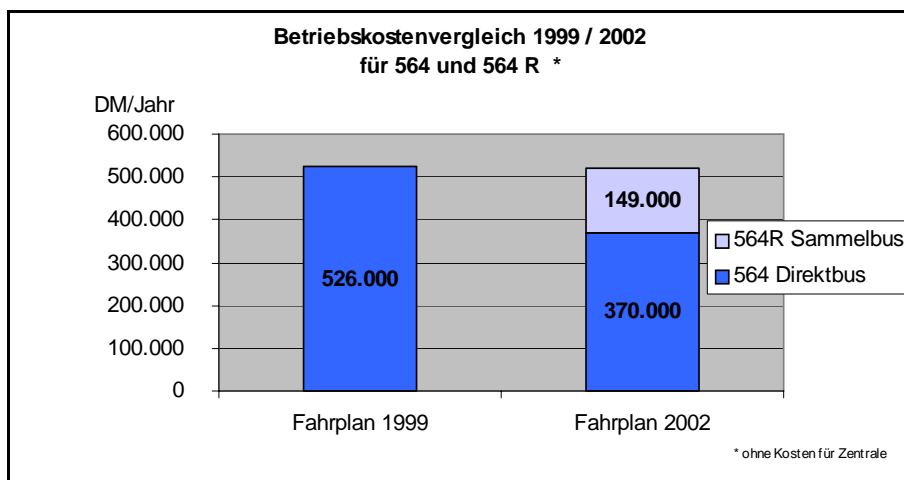


Abb. 3.7-1: Vergleich der Kosten

Die Kosten des Fahrbetriebs sind nahezu unverändert geblieben. Die Zusatzkosten für den Sammelbus konnten durch Einsparungen beim Direktbus aufgefangen werden.

Hinzu kommen beim Sammelbus jedoch Kosten für die Nachfragesteuerung. Die Fahrzeuggeräte kosteten rd. 2.000 € je Fahrzeug. Bei einer angenommenen Lebensdauer von 5 Jahren sind dies rd. 400 € je Fahrzeug und Jahr. Außerdem ist ein Kostenanteil für die bei nachfragegesteuertem Betrieb erforderliche Personalausweitung und EDV-Ausstattung in der Zentrale mitzurechnen. Die zusätzlichen Personalkosten betragen insgesamt rd. 27.000 € pro Jahr und die zusätzliche Ausstattung der Zentrale rd. 15.000 €. Wenn man von einer Lebensdauer der EDV von ebenfalls 5 Jahren ausgeht, so ergeben sich daraus zusätzliche Kosten in Höhe von 3.000 € pro Jahr. Die Zusatzkosten der Zentrale betragen damit insgesamt 30.000 €/Jahr. Sie verteilen sich auf 6 nachfragegesteuerte Linien, so dass mit einem Anteil der Linie 564R an den Kosten der Zentrale von rd. 5.000 € pro Jahr gerechnet werden muss. Bei zwei vorzuhaltenden Fahrzeugen sind das dann insgesamt knapp 6.000 € pro Jahr. Diese Kosten fallen im Vergleich zu den o.g. Fahrleistungskosten kaum ins Gewicht. Sie liegen lediglich bei 1,2% der Kosten für den Fahrbetrieb.

Insgesamt wird mit der Einführung der Direkt- und Sammelbusse ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis erreicht. Ein vergleichbares Bild ergibt sich bei den Linien 501 / 502. Auf Beschluss des Kreistags des Landkreises Erding wurde die Demonstration deshalb in einen Dauerbetrieb überführt.

Die für den Landkreis Erding entwickelte Betriebsweise ist auch in anderen Landkreisen einsetzbar und zwar sowohl in Landkreisen im Umland der großen Städte als auch in Landkreisen außerhalb des Einflussbereichs der großen Städte. Sogar innerhalb der großen Städte

selbst erscheint es sinnvoll, in den Randgebieten und zu den verkehrsschwachen Zeiten den Zubringer- und Abbringerverkehr zu den U-Bahn-Haltestellen nicht mehr in Form des herkömmlichen Linienverkehrs zu betreiben, sondern unter Beibehaltung der großen Fahrzeuge auf nachfragegesteuerten Sektorbetrieb umzustellen. Bei einer gleichbleibenden Angebotsqualität können dadurch teilweise erhebliche Kosten eingespart werden.

Bearbeiter

Kirchhoff, Peter, Prof. Dr.-Ing., Kieslich, Wolfgang, Dr.-Ing., Underberg, Robert, Dipl.-Ing., Wilhelm, Stefanie, Dr.-Ing.,	} Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung, Technische Universität München
--	---

Gutt, Georg,	Landratsamt Erding
--------------	--------------------

Haller, Markus, Dr. phil., Mersdorf, Dieter,	} Münchner Verkehrs- und Tarifverbund
---	---------------------------------------

ESM GmbH, Hannover.

Veröffentlichungen

KIESLICH, W.: Betriebsleitsystem im ÖPNV des ländlichen Raums, Veröffentlichungen des Lehrstuhls für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München, Heft 10, 2000.

UNDERBERG, R.: Analyse des ÖPNV-Fahrtablaufs im ländlichen Raum, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Verkehrstechnik der Technischen Universität München, Heft 5, 2004.

WILHELM, S.: Planungsinstrumente für flexible Betriebsweisen, Veröffentlichungen des Lehrstuhls für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München, Heft 13, 2002.

Interne Berichte

MVV: Einführung eines Direkt- und Sammelbusses im Landkreis Erding – Ergebnisse und Bewertung.

4 Ausschöpfung der Potenziale des Bike+Ride

4.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Verkehrsmittelwahl der Umlandpendler wird nicht nur von der Qualität des ÖPNV-Angebots und den Problemen bei der Benutzung des Autos bestimmt, sondern auch von der Qualität der Zubringersysteme zum Schienenpersonennahverkehr (SPNV). Gute Zubringersysteme begünstigen die ÖPNV-Benutzung und umgekehrt. Wenn man von den wenigen Pendlern absieht, die im fußläufigen Bereich der ÖPNV-Haltestellen wohnen, und unterstellt, dass sie sich durch Verbesserungen der Qualität der anderen Zubringer-Verkehrsmittel nicht vom Zu-Fuß-Gehen abbringen lassen, stehen der Bus-Zubringer, Park-and-Ride (P+R) sowie Bike-and-Ride (B+R) in Konkurrenz zueinander. Dabei hat B+R hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und der Umweltverträglichkeit eindeutige Vorteile. Sein Potenzial wird allerdings begrenzt durch Witterungseinflüsse, eine unzureichende körperliche Leistungsfähigkeit einzelner Verkehrsteilnehmer und eine eventuelle Unlust am Fahrradfahren.

Bike-and-Ride (B+R) korrespondiert mit Ride-and-Bike (R+B) d.h. der an die ÖPNV-Fahrt anschließenden Fahrradfahrt zum Ziel. Die Maßnahmen zur Verbesserung des B+R-Angebots gelten i.d.R. auch für R+B.

Die Erhöhung der Qualität eines Zubringer-Verkehrsmittels kann sowohl intramodal das Verhältnis zwischen den Zubringer-Verkehrsmitteln (z.B. Wechsel von P+R auf B+R) als auch intermodal das Verhältnis zwischen MIV-Nutzung und ÖPNV-Nutzung (z.B. Wechsel von reiner Autobenutzung auf B+R) verändern. Im Entwurf des neuen Verkehrsentwicklungsplans der Landeshauptstadt München findet sich die Forderung, das Potenzial von B+R besser auszuschöpfen. Dies gilt sowohl im Verhältnis zwischen den Zubringer-Verkehrsmitteln als auch hinsichtlich eines Wechsels von der MIV-Benutzung zur ÖPNV-Benutzung.

Voraussetzung für eine höhere B+R-Nutzung ist die Verbesserung des B+R-Angebots. Sie erfordert neben einem Einsatz finanzieller Mittel vor allem eine wirksame, die Potenziale optimal ausschöpfende Planung. Die Methodik für die Planung von B+R-Maßnahmen ist z.Zt. eher von einer Heterogenität des Instrumentariums gekennzeichnet als von einer standardisierten und anerkannten Vorgehensweise. Dies gilt von der Analyse des Bestands über die Abschätzung des Verkehrsbedarfs und der potentiellen Verkehrsnachfrage bis hin zur Wirkungsanalyse der Maßnahmen.

Ziel des vorliegenden Arbeitspaketes ist es, einen Beitrag zu einer systematischen Vorgehensweise für die B+R-Planung zu entwickeln und zu klären, in wie weit ein verbessertes B+R-Angebot die Ausschöpfung der B+R-Potenziale erhöhen kann. Konkret geht es dabei um die Frage, an welchen Standorten eine Verbesserung des B+R-Angebots am sinnvollsten ist und welche Maßnahmen dort am aussichtsreichsten sind. Die Ergebnisse sind in einem Handlungsleitfaden zusammengestellt.

Das Arbeitsprogramm umfasste folgende Schritte:

- Befragung von Experten und B+R-Nutzern nach ihrer Einschätzung der B+R-Situation in München,
- Entwicklung eines Verfahrens zur Auswahl von Demonstratoren,
- Befragung von B+R-Nutzern an den ins Auge gefassten Demonstratoren vor Umsetzung der Maßnahmen,
- Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen für die Demonstration,
- Befragung von B+R-Nutzern an den realisierten Demonstratoren nach Umsetzung der Maßnahmen,
- Durchführung eines Vorher-Nachher-Vergleichs.

4.2 Einschätzung der B+R-Situation in München durch Experten und Nutzer

Um erste Hinweise auf Maßnahmen zur Verbesserung des B+R-Angebots zu bekommen, wurde eine Literaturlauswertung durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass lediglich qualitative Bewertungen möglich sind. Für eine quantitative Beurteilung gibt es in der Literatur nur vage Abschätzungen, die sich auch nicht speziell auf B+R, sondern auf den Fahrradverkehr im Allgemeinen beziehen.

Die Expertenbefragung richtete sich an folgende Institutionen: ADAC, Referat für Stadtplanung und Bauordnung der LHM, Baureferat der LHM, Regionaler Planungsverband München, Münchner Verkehrs- und Tarifverbund, Regierung von Oberbayern, DB Station und Service München, Park-and-Ride GmbH München. Gegenstand der Expertenbefragung war die Bewertung der heutigen B+R-Situation in München.

Die Bewertung durch die Experten hatte folgendes Ergebnis:

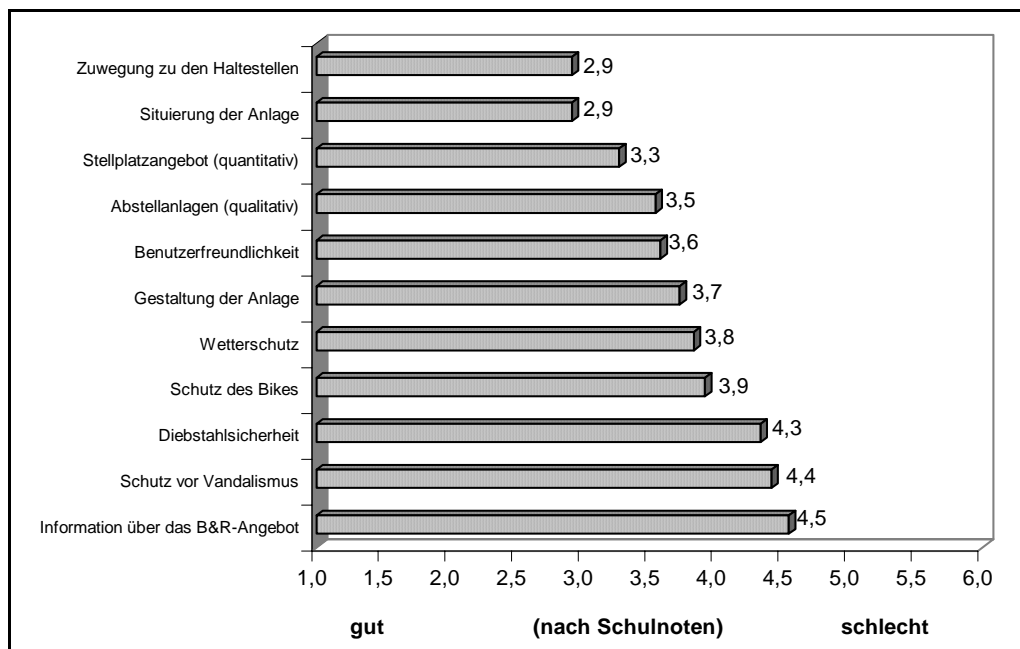


Abb. 4.2-1: Bewertung der B+R-Situation in München durch Experten

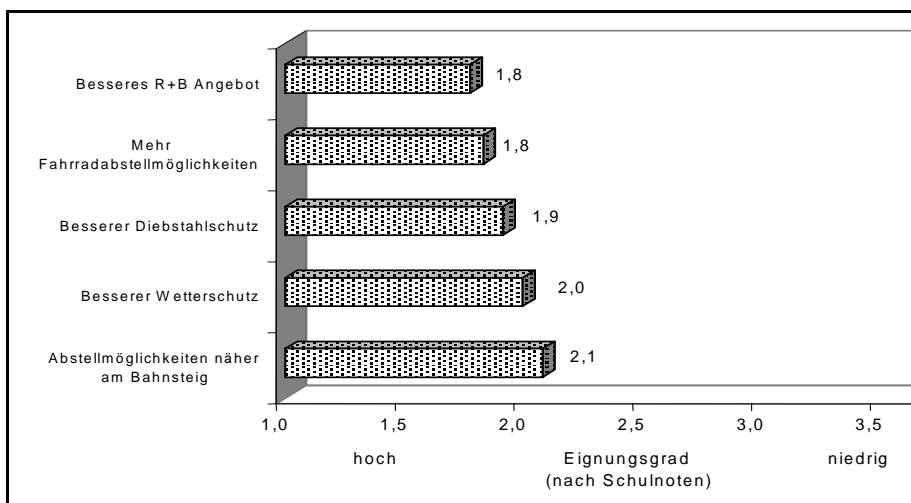


Abb. 4.2-2: Beurteilung der Eignung von Maßnahmen

Zur Erkundung der Meinung der B+R-Nutzer wurden in der Mitgliederzeitschrift des Allgemeinen Deutschen Fahrradclubs (ADFC) und im Internet Fragebögen veröffentlicht. Darin sollte die Situation an den Münchener B+R-Anlagen beurteilt werden. Der Fragebogen in der ADFC-Rundschau brachte 32 Rückläufe (bei ca. 2.000 ADFC-Mitgliedern) und der Fragebogen im Internet 74. Da die meisten Befragten Angaben zu mehreren Haltestellen machten, ergaben sich insgesamt 208 Haltestellenbeurteilungen.

Die Befragung, die nur qualitativen Charakter hatte, diente als erste Orientierung. Insgesamt lieferte sie folgendes Bild:

- 40% der Befragten nutzen täglich B+R.
- R+B – die „umgekehrte“ Form von B+R – wird seltener genutzt (26% täglich).
- Mehr als die Hälfte machen ihre B+R-Nutzung nicht vom Wetter abhängig.
- Als Alternative zu B+R wird vor allem der ÖPNV genutzt (15 Nennungen), das Auto (8) und das Zu-Fuß-Gehen (7).
- Als Fahrtzweck werden Arbeit und Ausbildung sowie Freizeit zu je ca. 40% und Einkauf und Erledigung zu knapp 20% angegeben (Mehrfachnennungen). Bei R+B ist der Freizeitanteil erstaunlicherweise höher. Zu bedenken ist hierbei, dass über die ADFC-Zeitschrift vor allem Personen befragt wurden, die ihr Fahrrad überdurchschnittlich häufig nutzen.
- Die Zufriedenheit mit den Fahrradabstellanlagen ist allgemein mäßig.
- Besonders schlecht schneiden hier Diebstahlschutz, Wetterschutz und Gestaltung ab sowie der Schutz vor Vandalismus und die Anzahl sowie die Benutzerfreundlichkeit der Fahrradständer.
- Gefordert werden in erster Linie wettergeschützte und diebstahlsichere Anlagen, die Erweiterung der Abstellanlagen und mehr Platz für die Mitnahme von Fahrrädern im ÖV.
- Auf die Frage nach der Bereitschaft für die Nutzung einer abschließbaren Fahrradbox antworteten fast 81%, sie würden ein solches Abstellsystem nutzen. Eine Gebühr würden davon immerhin 67% bezahlen. Diese dürfte im Schnitt ca. 1 € / Tag bzw. 11 € / Monat betragen.
- Bewachtes Fahrradparken können sich 65% der Befragten vorstellen. 75% von ihnen würden hierfür eine Gebühr entrichten, die allerdings nur 75 Cent am Tag bzw. 7,50 € im Monat ausmachen sollte.

Zwischen den Urteilen der Experten und den Urteilen der Nutzer besteht eine große Übereinstimmung. Beide Gruppen fordern eine Erweiterung der Abstellplätze und sehen die Qualität der Abstellanlagen als sehr schlecht an. Sie sind sich einig, dass vor allem der Schutz vor Vandalismus und Diebstahl in den meisten Anlagen kaum oder gar nicht gewährleistet ist. Auch der Wetterschutz und der Schutz des Fahrrads vor Beschädigungen allgemeiner Art werden als mangelhaft angesehen. Die Experten bemängeln zusätzlich das Informationsangebot über B+R. Die Nutzer würden über die Maßnahmen an der B+R-Anlage hinaus eine Verbesserung der Fahrradmitnahme in den öffentlichen Verkehrsmitteln begrüßen.

4.3 Auswahl von Demonstratoren

Die Demonstration von angebotsverbessernden Maßnahmen soll an B+R-Standorten stattfinden, die erwarten lassen, dass das Potenzial an Pendlern, die bereit sind, vom MIV und von P+R auf B+R zu wechseln, soweit wie möglich ausgeschöpft wird.

Der Ausschöpfungsgrad des B+R-Potenzials ist definiert als der Anteil der Einsteiger in den ÖPNV, die mit dem Fahrrad zur Haltestelle gekommen sind. Darin ist implizit auch ein Wechsel von reiner Autobenutzung auf B+R enthalten.

Eine maximale Ausschöpfung des B+R-Potenzials lässt sich erreichen, wenn die B+R-Nutzung gegenüber der Nutzung der anderen Verkehrsmittel für möglichst viele Verkehrsteilnehmer einen Vorteil bringt (Nutzenmaximierung).

Die Einflussgrößen für den Ausschöpfungsgrad leiten sich sowohl aus siedlungsstrukturellen und verkehrlichen Randbedingungen ab, welche durch die Maßnahmen zur Verbesserung des B+R-Angebots nicht beeinflussbar sind, als auch aus den Anforderungen, welche die Verkehrsteilnehmer an die gesamte B+R-Transportkette stellen.

Einflussgrößen, die das B+R-Potenzial betreffen, sind:

- Bevölkerungszahl und Bevölkerungsdichte,
- demografische und sozioökonomische Struktur der Bevölkerung,
- Flächennutzungsstruktur,
- Ausstattung des Einzugsgebiets der Haltestelle mit zentralen Einrichtungen,
- Fahrtzweck,
- Witterung,
- Fahrradbesitz.

Einflussgrößen, welche die Verkehrsmittelwahl vor Ort betreffen, sind:

- Abstellbedingungen des Fahrrades zu Hause,
- Qualität der Wege für Radfahrer zur Haltestelle,
- Qualität des ÖPNV-Systems,
- Autobesitz und Autoverfügbarkeit,
- Qualität der anderen Zubringer-Verkehrsmittel (P+R, Buszubringer),
- Bedingungen für den MIV,
- Qualität der Abstelleinrichtung für das Fahrrad an den B+R-Anlagen.

Für die Auswahl der Demonstratoren wurde ein Verfahren entwickelt, dessen Kern eine lineare Regression zwischen den obigen Einflussgrößen und dem B+R-Anteil an den Einsteigern ist.

Die Werte der Einflussgrößen wurden vorhandenen Statistiken und Plänen entnommen und für die Berechnung in Klassen eingeordnet. Um zu übersichtlicheren mathematischen Strukturen zu gelangen, wurden die Einflussgrößen mit dem geringsten Erklärungswert eliminiert. Dies geschah rein formal ohne Diskussion der ihnen sonst zukommenden Bedeutung.

Der Ausschöpfungsgrad von B+R entstammt der Statistik des MVV. Für die in die engere Wahl genommenen Haltestellen betragen die Werte im Jahr 1999 zwischen 0,49% (Oberseending) und 8,9% (Fasanerie). Die Mehrheit der Haltestellen lag zwischen 2% und 5%.

Die Regression zwischen den verbliebenen Einflussgrößen V und dem Ausschöpfungsgrad des B+R-Potenzials y ergab folgende Parameter:

$$y = 2,388 + 1,911V_{S-Bahnhof} + 0,261V_{B+R-Angebot} - 0,940V_{Bevölkerungsdichte} - 0,403V_{AngebotÖV-Zubringer}$$

Mit den ermittelten Parametern der Regressionsgleichung wurden die Wirkungen der Maßnahmen, die zur Verbesserung des B+R-Angebots vorgesehen wurden, prognostiziert.

Die Allgemeingültigkeit einer solchen Formel dürfte erst gegeben sein, wenn Untersuchungen auch in anderen Städten durchgeführt worden sind und sich dabei ähnliche Parameter ergeben haben. Ebenso muss die Datenbasis noch verbreitert werden.

Für die einzelnen B+R-Anlagen ergaben sich aus der Prognose die möglichen Erhöhungen der Ausschöpfungsgrade. An den als Demonstratoren ausgewählten B+R-Anlagen Grafing und Kieferngarten zeigen sich allerdings die noch vorhandenen Unsicherheiten der Regres-

sionsrechnung. Während als Prognose Zunahmen von 5 und 19 Nutzern errechnet wurden, zeigten die Nachher-Untersuchungen Zunahmen von 61 und mehr als 60 Nutzern.

B+R-Anlagen mit einer starken potenziellen Erhöhung des Ausschöpfungsgrades gelten als besonders geeignet für eine Demonstration, vor allem wenn diese Erhöhung aus einem geringen Ausgangswert resultiert.

Die Auswahl der Demonstratoren erfolgte in mehreren Schritten: Ausgehend von der Gesamtzahl der Haltestellen im Münchener Schnellbahnnetz wurden diejenigen Haltestellen nicht weiter berücksichtigt, die folgende Kriterien nicht erfüllen:

- Im Einzugsbereich der Haltestellen sind mehr als 5000 Einwohner registriert.
- Die Auslastung der B+R-Anlagen beträgt mehr als 115%.
- Der Anteil der Fahrradnutzer an den Einsteigern liegt unter 8%.

Danach kamen 23 Haltestellen in die engere Wahl. Sie wurden dem o.g. Auswahlverfahren unterzogen.

Die Demonstrationsstandorte wurden unter Berücksichtigung der obigen Vorgehensweise so festgelegt, dass sie verschiedenen Raumkategorien angehören. Dadurch konnten die Maßnahmen unter verschiedenen siedlungsstrukturellen und verkehrlichen Randbedingungen getestet werden.

Als Raumkategorien wurden gewählt:

- Peripherer Standort im Umland,
- Stadtrandlage,
- zentraler städtischer Standort.

Für diese Raumkategorien wurde mit Hilfe des oben genannten Verfahrens jeweils ein Demonstrator bestimmt. Es sind:

- Grafing-Bahnhof,
- Kieferngarten,
- Pasing.

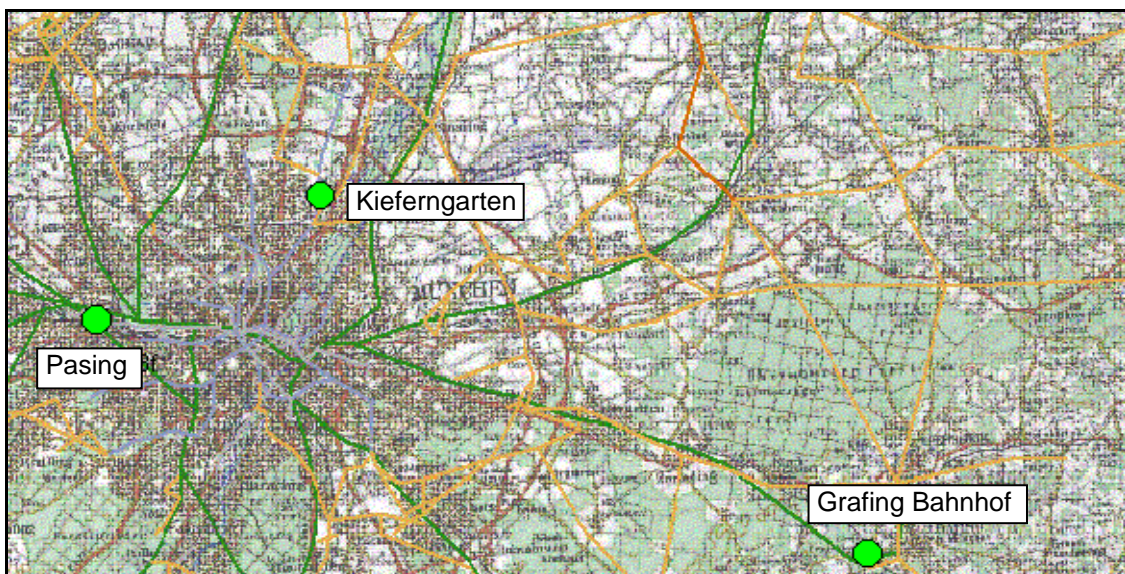


Abb. 4.3-1: Lage der Demonstratoren

Die vorgeschlagenen Standorte und das Maßnahmenprogramm wurden vom Stadtrat der Landeshauptstadt München gebilligt.

Die Demonstratoren weisen folgende Merkmale auf:

Grafring-Bahnhof

Grafring-Bahnhof ist zugleich S-Bahn- und Regionalbahn-Haltestelle. Im Gegensatz zur ca. 2 km entfernten S-Bahnstation Grafring-Stadt gibt es bei der S-Bahn seit dem Herbst 1999 einen ganztägigen 20-Minutentakt. Bei der Regionalbahn ist die Fahrzeit bis in die Innenstadt nur halb so groß wie bei der S-Bahn.

Die vorhandenen Fahrradständer sind veraltet und optisch wenig befriedigend. Die Kapazität der ca. 80 Ständer stößt seit der Angebotsausweitung der S-Bahn an ihre Grenzen. Eine vollständige Überdachung ist gegeben. Die Fahrradabstellanlage liegt zwar nahe am Bahnsteig, jedoch abgelegen vom Hauptbereich des Bahnhofs. Der Anfahrtsweg aus der Stadt Grafring verläuft über eine viel befahrene Straße oder über einen holprigen Schotterweg.

Kieferngarten

Die B+R-Anlage Kieferngarten hat Anschluss an die U-Bahn. Die U-Bahn verkehrt tagsüber alle 10 Minuten Richtung Innenstadt und während der Hauptverkehrszeit alle 5 Minuten. Die Umgebung weist eine mehrgeschossige Wohnnutzung auf.

Die vorhandenen ca. 210 Fahrradständer reichen angesichts einer maximalen Belegung von 400 Fahrrädern nicht aus. Der Großteil der Ständer ist benutzerfreundlich und optisch befriedigend. Überdachte Ständer sind jedoch nicht vorhanden. Infolge der Einsehbarkeit von der Straße aus ist die soziale Kontrolle gegeben. Die Anfahrt mit dem Fahrrad erfolgt über ruhige Straßen, der größte Teilbereich der Abstellanlage liegt günstig am Treppen- und Rolltrep- penabgang zur Bahnsteigunterführung.

Pasing

Der Bahnhof Pasing weist ein attraktives Angebot im Nah- und Fernverkehr auf. Ab hier führen vier S-Bahnlinien gebündelt zur Innenstadt, so dass ca. alle 2-3 Minuten eine Fahrtmöglichkeit besteht. Die B+R-Anlage Pasing verzeichnet die meisten abgestellten Fahrräder im Stadtgebiet Münchens und kommt im MVV-Raum nach Freising an zweiter Stelle.

Die Ausgangssituation war auf der Nordseite und der Südseite unterschiedlich: Obwohl im Sommer 2000 auf der Südseite 280 neue Fahrradständer errichtet wurden, war das Angebot insgesamt und vor allem auf der Nordseite nicht ausreichend. Außerdem ist die Möglichkeit einer sozialen Kontrolle nur am Eingang und bei der Pasinger Fabrik vorhanden. Die Zuwegung kann insgesamt als gut bezeichnet werden.

4.4 Vorheruntersuchung

Die Vorheruntersuchung fand im Oktober 1999 statt. Sie setzte sich zusammen aus

- Zählung der Anzahl der B+R-Nutzer,
- schriftliche Befragung der B+R-Nutzer (Sie erhielten bei der Hinfahrt einen Fragebogen ausgehändigt, den sie bei der Rückfahrt ausgefüllt wieder abgeben mussten).

Die Zählung der Anzahl der B+R-Nutzer lieferte folgendes Bild:

Demonstrator	Anzahl der Stellplätze	ankommende Fahrräder / Tag	Maximalbelegung	Anteil der B+R-Nutzer an der Gesamtzahl der Einsteiger in den SPNV
Grafring-Bahnhof	80	79	82	3,5%
Kieferngarten	210	441	401	3,7%
Pasing	1.100	1.651	1.493	5,3%

Tab. 4.4-1: Größe der Anlagen und Anzahl der Nutzer (1999)

Aus dem Vergleich der Anlagengröße und der maximalen Belegung wird deutlich, dass die Anlagen überbelegt sind, d.h. dass Fahrräder außerhalb der Stellplätze abgestellt werden.

Die Befragung zielte auf eine Beurteilung des heutigen Zustandes der B+R-Anlagen, mögliche Hemmnisse der B+R-Nutzung sowie die Beurteilung der vorgesehenen Maßnahmen ab. Grundlage dieser B+R-spezifischen Fragen war die Erfassung von allgemeinen sozio-demografischen Merkmalen und von allgemeinen Daten des Verkehrsverhaltens.

Die B+R-Nutzer bewerten die Situation an den Demonstratoren folgendermaßen:

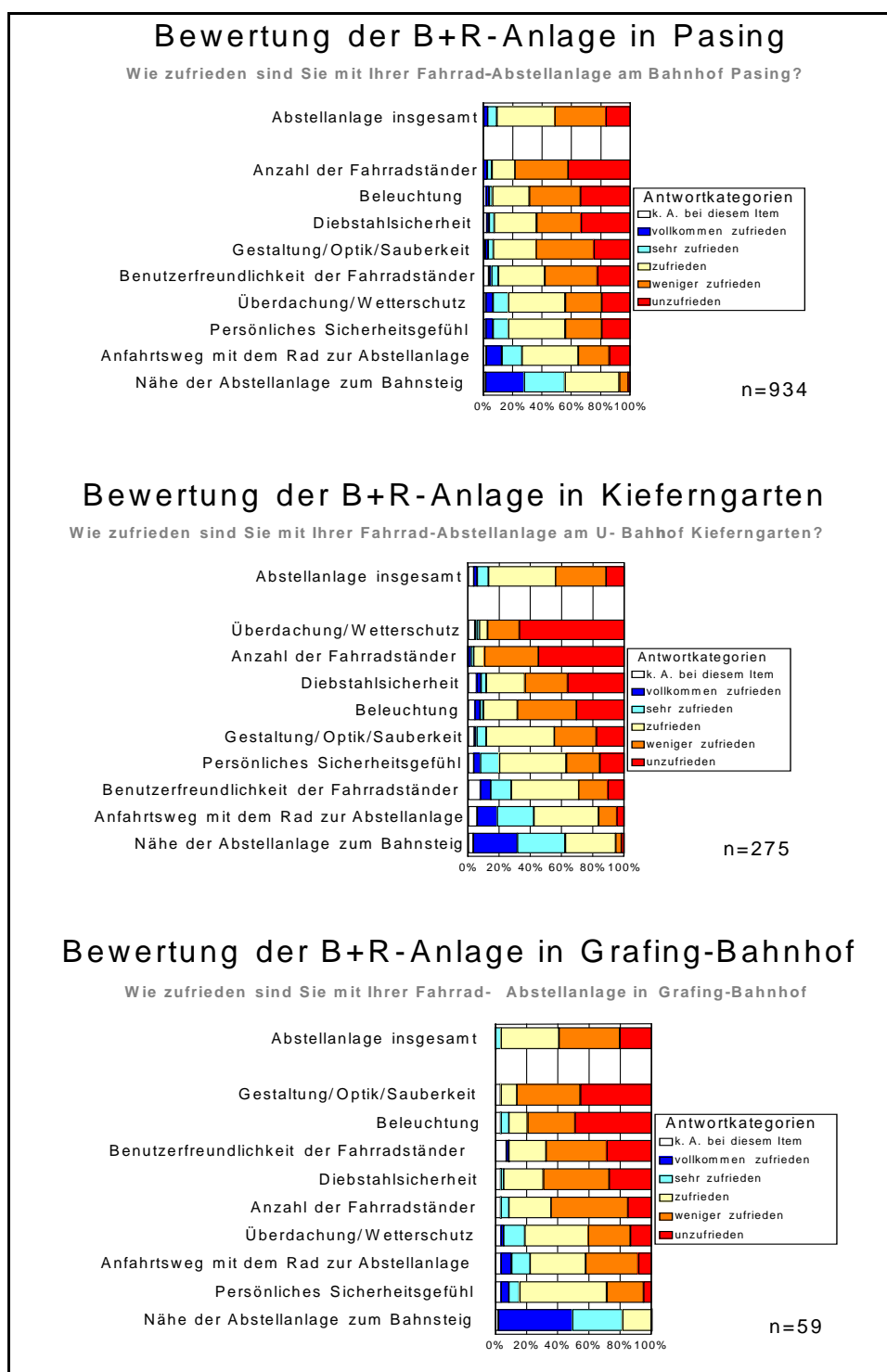


Abb. 4.4-1: Bewertung der B+R-Situation an den Demonstratoren durch die Nutzer

Die stark unterschiedlichen Erhebungsumfänge resultieren aus der unterschiedlichen Nutzung der Anlagen (vgl. Tab. 4.4-1). Mit nur 59 auswertbaren Fragebögen für die Anlage Grafing-Bahnhof dürfte das Ergebnis gerade noch als aussagefähig anzusehen sein.

Die Erhebungen über den Fahrtzweck, die Fahrtlänge sowie die Einschätzung des B+R-Potenzials zeigten an den einzelnen Demonstratoren folgendes Bild:

- In der B+R-Anlage Grafing-Bahnhof ist der Anteil des Berufsverkehrs am größten (80%). Die Fahrräder stehen entsprechend lange, und die Fahrradständer werden pro Tag größtenteils nur einmal genutzt. Lange Anfahrtswege erfordern hochwertige Fahrräder und diese benötigen diebstahlsichere Fahrradständer. Die Anzahl der Fahrräder reicht nicht für eine Bewachung der Anlage oder ein automatisches Fahrradparken aus. Die Bereitschaft, für das Abstellen der Fahrräder etwas zu bezahlen, ist eher gering ausgeprägt. Zusätzliches Potenzial für Bike+Ride kann in Grafing nur durch Neukunden und nicht durch eine größere Fahrtenhäufigkeit der bisherigen B+R-Nutzer gewonnen werden.
- Die B+R-Anlage Kieferngarten weist einen hohen Anteil an Schülern und sonstigen Auszubildenden auf. Die begrenzten finanziellen Mittel der Schüler und der Auszubildenden lassen die Erhebung eines Entgelts für bewachtes Fahrradparken oder für das Angebot von Serviceleistungen kaum zu. Ca. 60% der Nutzer in Kieferngarten radeln eine Strecke bis zu 1 km, über 90% bis zu 2 km. Für diese kurzen Strecken werden weniger hochwertige Fahrräder genutzt, so dass in Kieferngarten der Verwahrungsaspekt eine geringere Rolle spielt als bei den anderen Anlagen. Angesichts der kurzen Fahrzeiten ist auch nur von einer geringen Bereitschaft auszugehen, den Zeitaufwand für das automatische Abstellen des Fahrrades in Kauf zu nehmen. Die auf eine halbe Stunde bezogene Spitzenbelastung (100 Fahrräder, d.h. 25% aller Bike+Ride-Kunden) ist in der B+R-Anlage Kieferngarten am ausgeprägtesten. Diese hohe Spitzenbelastung spricht ebenfalls gegen eine automatische Fahrradparkanlage. Die B+R-Anlage Kieferngarten besitzt ein hohes Potenzial an häufigerer Bike+Ride-Nutzung durch die derzeitigen Nutzer.
- Am Bahnhof Pasing steht der Berufsverkehr eindeutig im Vordergrund. Wegen der guten ÖPNV-Anbindung ist das Einzugsgebiet gross, so dass lange Wege mit dem Fahrrad zurückgelegt werden. Außerdem ist ein hoher Anteil von Ride+Bike anzutreffen, d.h. Pendler, die von außen mit der Bahn nach Pasing kommen und von dort zur Arbeitsstelle radeln. Obwohl die Befragungsergebnisse dies nicht eindeutig bestätigen, wird vermutet, dass insgesamt eine hohe Bereitschaft zur Nutzung einer automatischen Fahrradparkanlage und einer Fahrrad-Servicestation besteht. Hierfür spricht auch, dass für die längeren Wegstrecken i.d.R. hochwertigere Fahrräder benutzt werden. Hochgerechnet sind ca. 200 der derzeitigen B+R-Nutzer bereit, für bewachtes Fahrradparken ein Entgelt zu entrichten.

Von den Nutzern werden folgende Maßnahmen für wichtig gehalten:

- sehr wichtig:
 - Ausreichende Anzahl an Fahrradständern,
 - mehr Abstand zwischen den Fahrradständern,
 - bessere Beleuchtung,
 - Diebstahlschutz,
 - Überdachung,
 - regelmäßige Entfernung von Schrotträdern,
- wichtig:
 - Bequeme Erreichbarkeit der B+R-Anlage mit dem Fahrrad,
 - Nähe der Fahrradständer zum Bahnsteig,
 - Sauberkeit,
 - Einsehbarkeit von der Straße und vom Bahnsteig (soziale Kontrolle),
 - Videoüberwachung,

- weniger wichtig:
 - Gestaltung,
 - allgemeine Information,
 - Schließfächer,
 - Bewachung durch Personal,
 - Wegweisung zur B+R-Anlage,
 - abschließbare Fahrradboxen,
 - Reparatur und Wartungsservice.

Die Einschätzung dieser Maßnahmen variiert zwischen den verschiedenen Demonstratoren nur in geringem Umfang.

4.5 Entwicklung und Demonstration von Maßnahmen

Grafiing-Bahnhof

Die vorhandene Abstellanlage wurde durch eine attraktive, überdachte und größere Anlage ersetzt. Die Fahrradständer erhielten eine Anschlussmöglichkeit für die Fahrradrahmen. Außerdem wurde die Erreichbarkeit der Abstellplätze verbessert.



Abb. 4.5-1: B+R-Anlage Grafiing-Bhf.

Die Anlage ist im Frühjahr 2002 in Betrieb gegangen. Erste Erfahrungen zeigen, dass sie sehr gut angenommen wird und auch bei schlechtem Wetter erhebliche Auslastungszahlen vorweist.

Kieferngarten

Wichtigste Maßnahmen waren die Ausweitung der Kapazität mit möglichst diebstahlsicheren Fahrradständern und eine Überdachung bestehender Fahrradabstellplätze.

Da eine räumliche Vergrößerung der Anlage nicht möglich ist, boten sich zur Lösung des Kapazitätsproblems zweistöckige Fahrradständer an. Beim System des niederländischen Herstellers Velopa ist es möglich, die bestehenden Bügel-Ständer zu belassen. Die Abstellanlage wurde mit derartigen Fahrradständern ausgestattet.



Abb. 4.5-2: B+R-Anlage Kieferngarten

Die umgebaute Anlage wurde im September 2003 in Betrieb genommen.

Pasing

Angesichts der großen Zahl von B+R-Nutzern und des attraktiven Bedienungsangebots im ÖPNV ist der Bahnhof Pasing als besonders günstiger Standort für eine automatische Abstellanlage und eine Fahrrad-Servicestation anzusehen.

Wegen der problematischen städtebaulichen Einbindung der B+R-Anlage in die Gesamtsituation am Bahnhof Pasing wurde ein Architekt beauftragt, einen städtebaulich geeigneten Entwurf des Baukörpers zu erstellen.

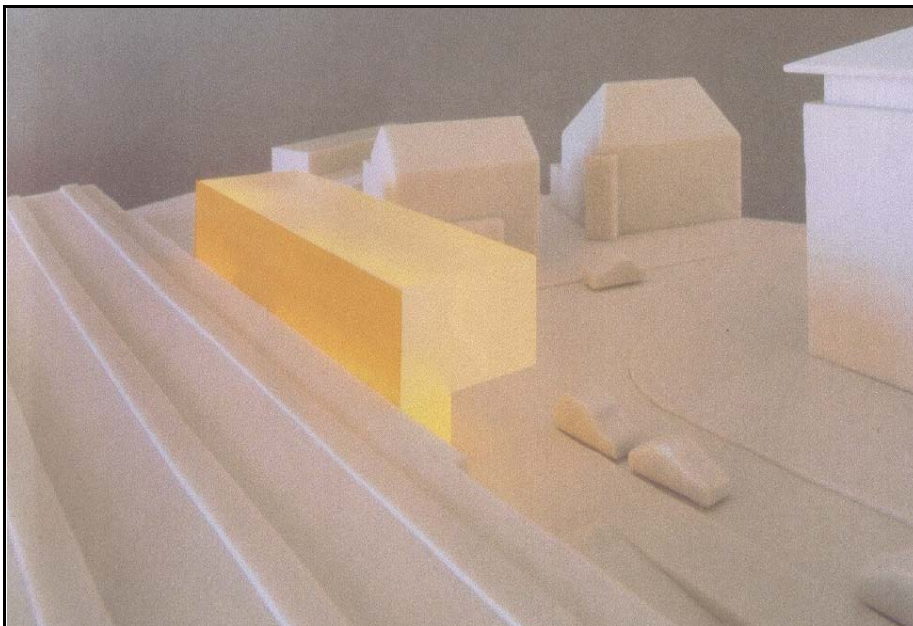


Abb. 4.5-3: B+R-Anlage Pasing

Zwischenzeitlich hatte die Stadtverwaltung der LHM mitgeteilt, dass sie sich außer Stande sieht, das Fahrradparkhaus Pasing fristgerecht zu errichten und deshalb von einer Umsetzung in MOBINET absehen möchte. Im Rahmen des komplexen und engagierten Planungsprozesses wurde jedoch eine Vielzahl von wichtigen und wertvollen Erkenntnissen zu diesbezüglichen Planungsabläufen gewonnen. Es ist geplant, die Anlage zu einem späteren Zeitpunkt außerhalb von MOBINET zu errichten, so dass der bisherige Planungsaufwand nicht verloren ist.

Öffentlichkeitsarbeit

Die angebotsverbessernden Maßnahmen an den Demonstratoren wurden durch Marketing-Maßnahmen begleitet. Im Mittelpunkt stand dabei die „Wertevermittlung“, d.h. die potentiellen B+R-Nutzer werden durch kommunikative Maßnahmen auf den Wert aufmerksam gemacht, den die Verbesserungen an den B+R-Anlagen für sie haben oder bei neuer B+R-Nutzung haben können. Die Marketingmaßnahmen waren Anzeigen / Artikel in der lokalen Presse, Verteilung von Flyern / Informationsmaterial, öffentlichkeitswirksame Aktionen zur Eröffnung der Anlage, Serviceteam vor Ort während der Einführungsphase (nicht in Grafing-Bahnhof).

4.6 Vorher-Nachher-Vergleich

Da die Anlage Pasing bisher nicht umgesetzt werden konnte, beschränkt sich der Vorher-Nachher-Vergleich auf die beiden Anlagen Grafing-Bahnhof und Kieferngarten. Durch diesen Vergleich werden die Wirkungen der realisierten Maßnahmen aufgezeigt. Diejenigen Wirkungen, die nicht aus diesen Maßnahmen resultieren, sondern sich aus einer Veränderung der externen Situation wie z.B. der Veränderung der Einwohnerzahl im Einzugsgebiet oder der Veränderung der Angebotsqualität oder des Preises im ÖPNV ergeben, müssen aus der Analyse der Maßnahmenwirkungen herausgehalten werden.

Der Vorher-Nachher-Vergleich basiert auf den Ergebnissen der Vorher-Untersuchung (vgl. Kap. 4.4) und der Nachher-Untersuchung, die mit identischen Fragestellungen (z.B. Benutzungshäufigkeit und Wegelänge) durchgeführt wurden, sowie Nachher-Fragen über die Beurteilung der realisierten Maßnahmen.

Fragen nach der Beurteilung der realisierten Maßnahmen waren:

- Nutzen Sie aufgrund der Verbesserungen der Abstellanlage häufiger B+R?
- Was war für Sie hierfür ausschlaggebend?
- Wie sind Sie vor der Errichtung der neuen B+R-Anlage gefahren?
- Haben Sie im Frühjahr ein Faltblatt zu B+R erhalten ? (Grafing-Bahnhof)
- Wie fanden Sie das Faltblatt ? (Grafing-Bahnhof)
- Hat das Faltblatt für Ihre B+R-Nutzung eine Rolle gespielt? (Grafing-Bahnhof)
- Haben Sie das neue Fahrradparkhaus bereits genutzt? (Kieferngarten)
- Wie bewerten Sie die Fahrradständer im Fahrradparkhaus? (Kieferngarten)
- Sind Sie über den Bereich mit Zugangsberechtigung informiert? (Kieferngarten)
- Nutzen Sie den Bereich mit Zugangsberechtigung? (Kieferngarten)
- Wären Sie bereit, für die Nutzung des Bereichs mit Zugangsberechtigung ein Entgelt zu entrichten? (Kieferngarten)

Bei erheblichen witterungsbedingten Schwankungen wird eine mittlere Zunahme der Nutzung (Abstellfälle/Tag) von 20-30% an der B+R-Anlage Grafing-Bahnhof und von 10-15% an der B+R-Anlage Kieferngarten angegeben. Da der Anteil derer, die mit dem Fahrrad zur SPNV-Haltestelle kommen, nur zwischen 3 und 4% der Einsteiger in den SPNV liegt (vgl. Tab. 4.4-1) und sich die Zunahmen sowohl aus Verschiebungen zwischen den Zubringer-Verkehrsmitteln (intramodale Verschiebungen) als auch aus einem Wechsel von der reinen MIV-Benutzung zur B+R-Benutzung (intermodale Verschiebungen) ergeben, ohne dass diese Anteile bekannt sind, schlagen die Zunahmen bei der B+R-Nutzung nur geringfügig auf die intermodalen Veränderungen des Modalsplit zwischen MIV und ÖPNV durch.

Bei der Befragung nach der Bewertung der Angebotsverbesserungen ergab sich eine hohe Zufriedenheit mit den Maßnahmen. Als wichtigste Maßnahme wurde an beiden B+R-Anlagen

die Erhöhung der Anzahl der Fahrradstände genannt. Dies lässt darauf schließen, dass schon vorher ein höheres Potenzial vorhanden war, welches aber wegen der Knappheit des Angebots an Fahrradständern nicht in Nachfrage umgesetzt werden konnte. Hierauf deuten auch die 1999 festgestellten Überlastungen der Anlagen (vgl. Tab. 4.4-1). Weitere als wichtig bezeichnete Maßnahmen waren die Diebstahlsicherung (Möglichkeit des Anschließens an den Rahmen des Fahrradständers) und der Witterungsschutz. Sicherlich haben auch die anderen Maßnahmen ihren Beitrag geliefert, wenngleich eine genaue Zurückführung der Wirkungen auf die einzelnen Maßnahmen nicht möglich war.

Fast die Hälfte der Befragten, die den Flyer über die Verbesserungen erhalten hatten, fand ihn „ansprechend und informativ“. Allerdings antworteten nur 4 Personen, dass sie aufgrund des Flyers auf Verbesserungen aufmerksam geworden sind.

Bearbeiter

Schreiner, Martin, Dipl.-Geogr., Nallinger, Sabine, Dipl.-Geogr., Bickelbacher, Paul, Dipl.-Geogr., Stehr, Regina,	} SSP-Consult, München
Ismaier, Alfred, Dipl.-Geogr.,	Münchner Verkehrs- und Tarifverbund
Bördlein, Eva, Dipl.-Ing.(FH), Korda, Janos,	} Referat für Stadtplanung und Bauordnung der LHM
Stadt+plan, München	

Interne Berichte

SSP Consult GmbH, München: MOBINET Arbeitsbereich A, Arbeitspaket A4: „Bike + Ride“

5 Verbesserung des Park-and-Ride-Angebots

5.1 Problemstellung und Zielsetzung

In Ballungsräumen mit regionalem Schienenpersonennahverkehr (SPNV) stellt Park-and-Ride (P+R) für Pendler, die aus dem Umland in die Kernstadt fahren, immer dann eine sinnvolle Alternative zur durchgehenden MIV- oder ÖPNV-Benutzung dar, wenn

- die Nutzung des Pkw durch Stau, Mangel an Stellplätzen, Begrenzung der Parkdauer und / oder hohe Nutzungsentgelte für das Parken erschwert wird,
- mit dem ÖPNV zwar die Ziele in der Kernstadt gut erreicht werden können, die Wohnung im Umland aber schlecht an den ÖPNV angebunden ist.

Attraktiv ist P+R i.d.R. nur, wenn das „Ride“ in Form des SPNV angeboten wird.

Die Erweiterung und Verbesserung des P+R-Angebots erhält ihre besondere Aktualität durch die innerstädtische Parkraumbewirtschaftung. Die dort verdrängten Langzeitparker werden, soweit sie aus dem Umland kommen, zu einem großen Teil auf P+R ausweichen. Hierdurch steigt die P+R-Nachfrage im Umland.

Beim Zugang zum SPNV steht P+R in Konkurrenz zum Bus-Zubringerverkehr und zu B+R. B+R ist am umweltverträglichsten und sowohl für die Nutzer als auch für die Öffentliche Hand am billigsten. Es stößt jedoch an Grenzen bezüglich der Wegelänge, der Witterung und der körperlichen Leistungsfähigkeit der Verkehrsteilnehmer. In der Wahl zwischen P+R und Zubringerbus werden die ÖPNV-Nutzer demjenigen System den Vorzug geben, das die bessere Qualität anbietet und preiswerter ist. Hinsichtlich der Kosten ist kein eindeutiger Vorteil des einen oder des anderen Systems auszumachen: Bei P+R tragen die Nutzer die Kosten für die Fahrt zwischen Wohnung zur P+R-Anlage und die Benutzung der P+R-Anlage, während die Öffentliche Hand die Anlagen sowie die Zufahrtsstraßen erstellen und erhalten muss. Beim Bus zahlt der Nutzer einen Fahrpreis. Die Öffentliche Hand deckt die Differenz zwischen den Ausgaben für den Betrieb des Busses und den Einnahmen aus den Fahrpreisen. Bei welchem System der Aufwand für die öffentliche Hand größer ist, hängt von der Höhe der Nutzungsentgelte und den Benutzerzahlen ab und lässt sich nicht verallgemeinern.

Für eine hohe Akzeptanz des P+R-Angebots insgesamt und der einzelnen P+R-Anlage insbesondere müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Hohe Wahrscheinlichkeit, auf den P+R-Anlagen einen freien Stellplatz zu finden,
- bequeme und schnelle Erreichbarkeit der P+R-Anlagen,
- gute Befahrbarkeit der P+R-Anlagen,
- hohe Sicherheit und guter Service auf den P+R-Anlagen,
- häufige Bedienung der zugeordneten Haltestelle durch den ÖPNV,
- hohe Beförderungsgeschwindigkeit und hoher Beförderungskomfort des ÖPNV.

Im fußläufigen Einzugsbereich der P+R-Anlage sollte auf die Errichtung von Geschäften, von Dienstleistungsangeboten und von Einrichtungen mit einer nennenswerten Anzahl von Arbeitsplätzen verzichtet werden. Sonst besteht die Gefahr einer Zweckentfremdung der P+R-Anlage durch Besucher und Beschäftigte dieser Einrichtungen („Fremdnutzer“). Auch muss verhindert werden, dass P+R-Anlagen, die in der Nähe von Ortskernen liegen, von den im Ortskern Beschäftigten missbraucht werden. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, P+R-Anlagen außerhalb von Siedlungsschwerpunkten anzulegen. P+R-Anlagen am Rande der Kernstadt sollten nicht den Pendlern aus dem Umland, sondern den Fernpendlern dienen, die sich der Kernstadt über die Fernstraßen nähern. Für diese Pendler ist es vorteilhaft, wenn sich die P+R-Anlagen im Schnittpunkt der Fernstraßen mit dem städtischen ÖPNV befinden.

Bei P+R gibt es zwei grundsätzlich unterschiedliche Verhaltensweisen:

- Es wird die der Wohnung am nächsten gelegene P+R-Anlage angefahren. Hieraus resultieren ein geringer Weegeanteil mit dem MIV und ein hoher Weegeanteil mit dem SPNV.
- Mit dem Pkw wird bis an den Stadtrand gefahren, wo im Straßenverkehr der Stau beginnt und das qualitativ höherwertige städtische ÖPNV-System (U-Bahn oder Stadtbahn) erreicht wird. Hieraus resultieren ein hoher Weegeanteil mit dem MIV und ein geringer Weegeanteil mit dem SPNV.

Über die entsprechende Planungsstrategie muss politisch entschieden werden.

Ein wohnungsnahes P+R wird sich nur einstellen, wenn neben einem quantitativ und qualitativ ausreichenden Angebot an P+R-Stellplätzen in Wohnungsnähe ein attraktiver regionaler SPNV vorhanden ist. Andernfalls wird im Laufe der Zeit das kernstadtnahe P+R die Oberhand gewinnen. Das kernstadtnahe P+R erfordert neben dem Bau von Großanlagen für das Parken den Ausbau des regionalen Straßennetzes und führt wegen der längeren mit dem Pkw zurückgelegten Wege zu stärkeren Umweltbelastungen. Außerdem gehen dem regionalen SPNV Fahrgäste verloren.

Die Benutzung wohnungsnaher P+R-Anlagen lässt sich fördern, wenn auf den P+R-Anlagen Nutzungsentgelte erhoben werden und die Höhe der Nutzungsentgelte mit zunehmender Nähe zur Kernstadt zunimmt. Dabei muss allerdings bedacht werden, dass hohe Parkentgelte auch dazu führen können, dass wieder vermehrt ausschließlich Auto gefahren wird.

Die vorliegende Untersuchung behandelt das wohnungsnahes P+R.

Der Einfluss der Ausgestaltung der P+R-Anlage und der Qualität des ÖPNV-Angebots auf die Akzeptanz lässt sich durch Fahrgastbefragungen und Messungen ermitteln. Dies sind Aufgaben der empirischen Sozialforschung, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann. Die Optimierung des Standortgefüges ist dagegen ein Problem der Verkehrsplanung, für dessen Lösung nachfolgend ein möglicher Weg aufgezeigt (Kap. 5.2) und am Beispiel des Sektors Erding anhand von Modellrechnungen verdeutlicht wird (Kap. 5.3). Außerdem wird die Erhebung von Parkentgelten demonstriert, allerdings nur an P+R-Anlagen innerhalb der Stadt München (Kap. 5.4).

5.2 Verfahren der Standortoptimierung

Ziel der Standortoptimierung ist es, die räumliche Verteilung der P+R-Anlagen und ihrer Kapazitäten möglichst gut an die räumliche Verteilung der Bevölkerung anzupassen. Dabei sind Randbedingungen der technischen Machbarkeit, der Wirtschaftlichkeit und der politischen Durchsetzbarkeit zu beachten. Eine solche Anpassung ist Voraussetzung für kurze Weegeanteile mit dem Pkw.

Für den Entwurf von P+R-Anlagen gibt es eine Reihe von Verfahren, z.B. von INTRAPLAN, ARNDT und der Studiengesellschaft Nahverkehr, die in die Leitlinien verschiedener Länder Eingang gefunden haben. Diese Verfahren teilen die Verkehrsbeziehungen auf die verschiedenen Verkehrsmittel auf und legen sie anschließend auf die Wege über die verschiedenen P+R-Anlagen um. Sie liefern damit die P+R-Nachfrage an den einzelnen P+R-Anlagen. Aus den Ergebnissen der Umlegung lassen sich anschließend die Wegelängen zwischen den Quellen und den P+R-Anlagen sowie der Modal-Split zwischen MIV, ÖPNV (einschl. B+R) und P+R ableiten. Die Verfahren berücksichtigen aber keine Kapazitätsgrenzen an den einzelnen Anlagen, die in der Praxis große Bedeutung haben und zu einer anderen Verteilung der Nachfrage auf die einzelnen P+R-Anlagen führen. Sie enthalten auch keine Entwurfshilfen, um zu einer Lösung mit minimalen Pkw-Weegeanteilen zu gelangen. Diese Mängel sind Anlass für die Entwicklung eines neuen Standortoptimierungsverfahrens.

Die angestrebte Minimierung der Fahrtlängen mit dem Auto kann dazu führen, dass wegen des größeren Zeitaufwandes für die gesamte Reise weniger Autofahrer auf P+R umsteigen. Um diesem Zielkonflikt quantitativ Rechnung zu tragen, müsste aus den beiden Zielen eine

gemeinsame Zielfunktion gebildet und der Extremwert dieser Funktion gesucht werden. Eine solche Vorgehensweise ist mathematisch sehr aufwendig und erfordert Bewertungen, die bei der späteren Anwendung des Verfahrens nicht mehr nachvollzogen werden können. Der Entwurfsprozess bleibt transparenter, wenn die Zielerreichungsgrade beider Ziele einzeln ermittelt und durch Maßnahmen so eingestellt werden, dass das gewünschte Verhältnis erreicht wird.

Als primäres Ziel des Entwurfs wird die Minimierung der Wege im MIV angesehen, die zunächst unabhängig vom Modalsplit verfolgt wird. Anschließend muss geprüft werden, wie weit sich der Modalsplit erhöhen lässt, wenn vom Standortoptimum der P+R-Kapazitäten abgewichen wird.

Eine Erweiterung des Angebots an Stellplätzen, die sich ausschließlich an einer Minimierung des Wegeanteils mit dem Pkw orientiert, wird nicht ohne weiteres möglich sein. Sie stößt auf Probleme der Flächenverfügbarkeit, der Finanzierbarkeit und der politischen Durchsetzbarkeit. Wegen der Komplexität dieser Einflüsse wird es kein Verfahren geben, das auf „Knopfdruck“ das optimale Ergebnis liefert. Standortoptimierung heißt vielmehr, Möglichkeiten für die Neuanlage und / oder die Erweiterung von P+R-Anlagen zu erkunden, ihre Wirkungen auf das Gesamtsystem des P+R zu analysieren und zu entscheiden, welche Maßnahmen sinnvoll sind. Das Verfahren zur Standortoptimierung ist deshalb im Kern ein Verfahren der Wirkungsanalyse mit Rückkoppelung zum Entwurf.

Der Entwurfsprozess läuft in folgenden Schritten ab:

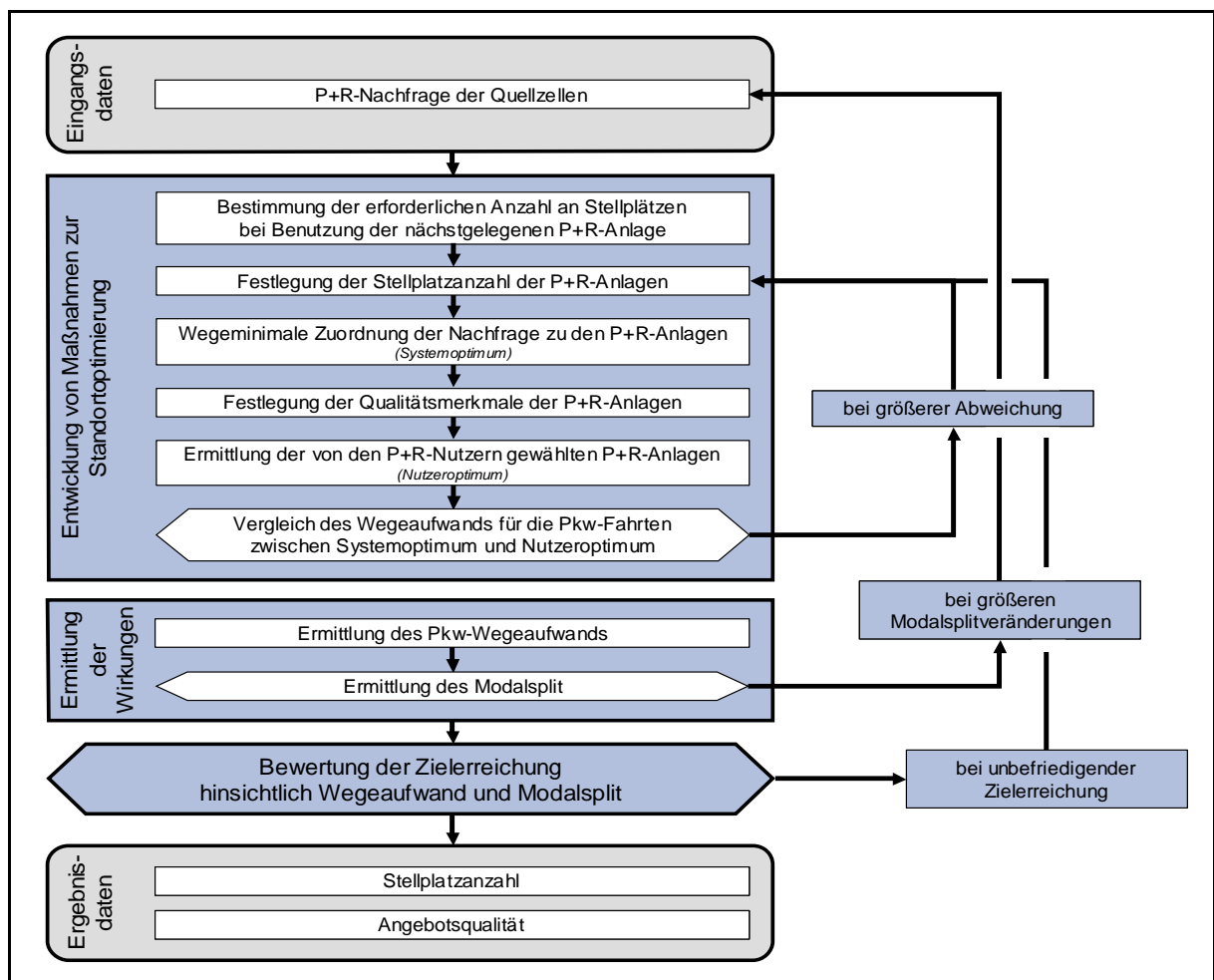


Abb. 5.2-1: Arbeitsschritte des Entwurfsverfahrens zur Standortoptimierung

Bei den Arbeitsschritten wird zwischen „Systemoptimum“ und „Nutzeroptimum“ unterschieden. Beide Optima gelten hier nicht idealtypisch, sondern unter Berücksichtigung von Randbedingungen. Das Systemoptimum ist erreicht, wenn sich alle Nutzer so verhalten, dass unter Berücksichtigung des möglichen Stellplatzangebots auf den verschiedenen P+R-Anlagen (Randbedingung) das Minimum der Wegelängensummen mit dem Pkw erreicht wird. Das Nutzeroptimum ergibt sich, wenn die Nutzer das Angebot (Randbedingung) derart in Anspruch nehmen, dass jeder den für ihn günstigsten Fall realisiert. Systemoptimum und Nutzeroptimum sind demnach definitionsgemäß unterschiedlich. Die Kunst des Entwurfes besteht darin, Systemoptimum und Nutzeroptimum soweit wie möglich einander anzunähern.

Die wichtigste Eingangsgröße des Entwurfs ist neben dem vorhandenen P+R-Angebot und der Qualität des Straßennetzes die vorhandene P+R-Nachfrage in den einzelnen Orten im Einflußbereich der SPNV-Achse. Sie lässt sich zuverlässig nur durch Erhebungen an den P+R-Anlagen gewinnen. Die Ermittlung der P+R-Nachfrage mit Hilfe von Verkehrsnachfragemodellen ist insbesondere wegen der Probleme von Modalsplit-Prognosen zu unsicher.

Die einzelnen Arbeitsschritte haben folgendes Aussehen:

- Ausgehend von der potenziellen P+R-Nachfrage in den Verkehrszellen (Orten) des Einzugsgebietes der ÖPNV-Achse werden die erforderlichen Kapazitäten der P+R-Anlagen an den einzelnen Haltestellen zunächst für den Fall ermittelt, dass alle P+R-Nutzer die ihrer Wohnung am nächsten gelegene Haltestelle aufsuchen. Einbezogen werden alle Haltestellen, gleichgültig ob dort heute schon P+R-Anlagen vorhanden sind oder nicht.

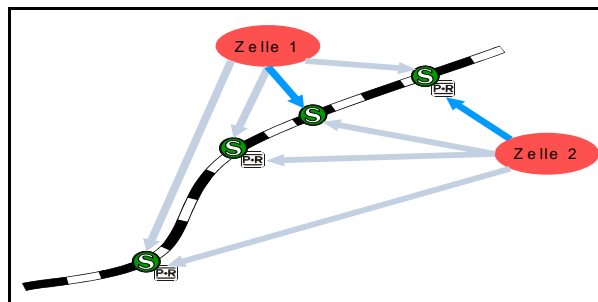


Abb. 5.2-2: Zuordnung zur nächstgelegenen P+R-Anlage

- Für diese Nachfrageverteilung wird anschließend überprüft, ob die jeweils erforderliche Kapazität vorhanden ist oder unter Berücksichtigung der Flächenverfügbarkeit, der politischen Durchsetzbarkeit und der Wirtschaftlichkeit geschaffen werden kann. Falls dies der Fall ist, wird der nächste Schritt des Verfahrens übersprungen.
- Die an den wohnungsnächsten P+R-Plätzen nicht zu befriedigende Nachfrage wird auf benachbarte P+R-Anlagen, die noch freie Kapazitäten aufweisen oder deren Kapazität erweiterbar ist, so verteilt, dass die Nachfrage insgesamt befriedigt und die Summe der Wege minimiert wird. Diese Verteilung geschieht mit Hilfe von Operations-Research-Verfahren.

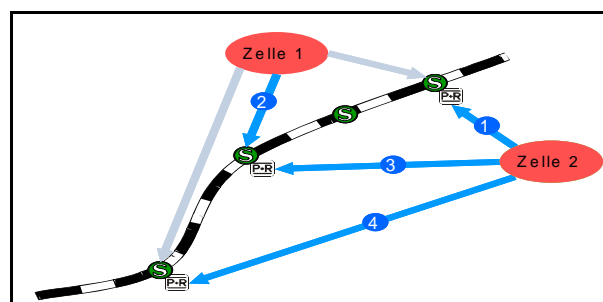


Abb. 5.2-3: Zuordnung unter der Bedingung minimaler Wege

Ergebnis ist ein Systemoptimum, d.h. diejenige Verteilung der P+R-Nachfrage, die unter Ausschöpfung der möglichen Kapazitäten an den einzelnen P+R-Anlagen zu einem Minimum an Pkw-Fahrleistung führt.

- Das tatsächliche Verhalten der P+R-Nutzer wird vom Systemoptimum abweichen, weil sich die Nutzer in ihrem Verhalten nicht am Systemoptimum, sondern an ihrem individuellen Optimum orientieren. Dieses tatsächliche Verhalten der Nutzer (Nutzeroptimum) wird im Rahmen der Wirkungsanalyse ermittelt. Damit das Verhalten der Nutzer dem Systemoptimum möglichst nahe kommt, müssen diejenigen Merkmale des P+R-Angebots verbessert werden, die ein systemoptimales Verhalten der Nutzer fördern, ohne die P+R-Nutzung insgesamt zu gefährden. In der Berechnung bedeutet dies eine Rückkopplung. Das Verhalten der Nutzer wird mit Hilfe eines Logit-Modells abgebildet:

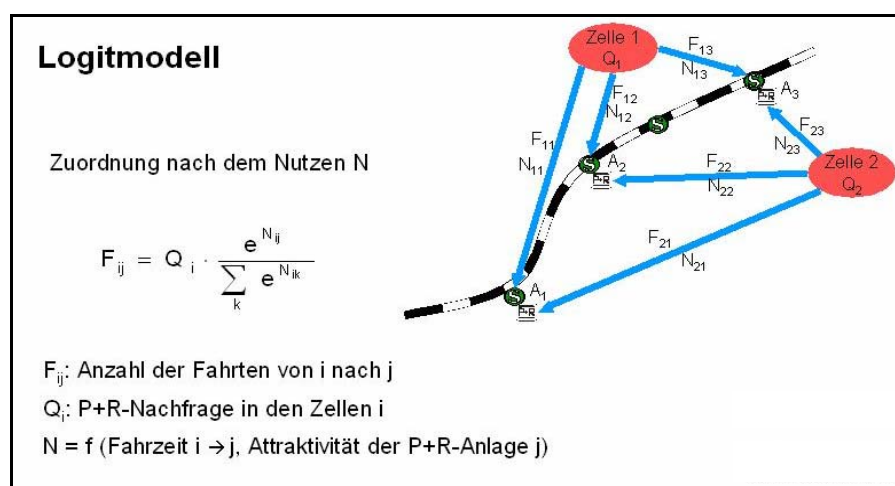


Abb. 5.2-4: Tatsächliches Verhalten der Nutzer

Der Pkw-Wegeaufwand lässt sich aus den Verkehrsbeziehungen zwischen Wohnungen und benutzten P+R-Anlagen ermitteln.

Die Nutzenfunktion N setzt sich aus Komponenten zusammen, die sowohl die Entfernung zwischen Wohnung und P+R-Anlagen als auch Attraktivitätsmerkmale der einzelnen Anlagen (Straßenanbindung der Anlage, Ausstattung und Zustand der Anlage, Umsteigekomfort, Takt des SPNV) enthalten. Die Analyse der erhobenen Verkehrsbeziehungen mit Hilfe des oben erläuterten Verkehrsverteilungsmodells zeigt eine eindeutige Dominanz der Entfernung und eine untergeordnete Bedeutung der Attraktivitätsmerkmale der P+R-Anlage. Lediglich die Tarifzone spielt eine gewisse Rolle bei der Wahl der P+R-Anlage. Dieses Bild zeigt sich unabhängig davon, ob die bei der Befragung der P+R-Nutzer gewonnenen Gewichte benutzt oder die Gewichte parametrisiert und die Parameter anhand einer Kalibrierung des Modells bestimmt werden. Hieraus darf aber nicht der Schluss gezogen werden, dass die Attraktivitätsmerkmale bei der Wahl der P+R-Anlage nur von untergeordneter Bedeutung sind. Vielmehr sind die Unterschiede zwischen den Attraktivitätsmerkmalen der P+R-Anlagen im heutigen Zustand so gering, dass aus dem vorliegenden empirischen Material keine Differenzierungen abgeleitet werden können.

Die Modalsplit-Änderungen, die aufgrund der P+R-Maßnahmen (Veränderungen der Anzahl der Stellplätze und der Merkmale der Angebotsqualität) zu erwarten sind, werden mit einem herkömmlichen Modalsplit-Modell berechnet. Eingangsgrößen der Modalsplit-Berechnung sind die Verkehrsnachfrage, die Größe, Lage und Ausstattung der P+R-Anlagen sowie die Merkmale der ÖPNV-Bedienung der P+R-Anlagen.

Eine Änderung der Verkehrsmittelwahl äußert sich in einem veränderten P+R-Verkehrsaufkommen in den Wohnorten. Dieses Verkehrsaufkommen ist Eingangsgröße der Standortoptimierung. Bei größeren Änderungen des Verkehrsaufkommens muss die Standortoptimie-

rung deshalb wiederholt werden. Weitergehende Wirkungen wie eine Veränderung der Zielwahl in der Kernstadt bleiben außer Betracht. Sie sind gering und werden hauptsächlich durch Einflüsse hervorgerufen, die mit P+R nichts zu tun haben.

Nach Abschluss der Berechnung muss geprüft werden, ob die Ziele der Standortoptimierung (Minimierung der Pkw-Wege, Maximierung der Verlagerung von der reinen Pkw-Benutzung zu P+R) in befriedigender Weise erreicht sind. Andernfalls müssen die Maßnahmen zur Verbesserung des Angebots (Anzahl der Stellplätze und Ausstattung der P+R-Anlagen) modifiziert werden.

Sofern für einen Wohnort unterschiedliche SPNV-Achsen in Frage kommen, muss die P+R-Nachfrage dieses Ortes auf die betreffenden SPNV-Achsen aufgeteilt werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Wegewahlmodells, durch das die möglichen Wege über die verschiedenen SPNV-Achsen miteinander verglichen werden. Da die Eingangsgrößen des Wegewahlmodells erst nach der Festlegung der Maßnahmen zur Verbesserung des P+R-Angebotes bekannt sind, ist es erforderlich, die Aufteilung zunächst zu schätzen, den Entwurf der Maßnahmen mit diesen Schätzwerten durchzuführen und die Aufteilung anschließend mit den genauen Werten erneut zu berechnen. Dieser rückgekoppelte Prozess ist so lange zu wiederholen, bis Konvergenz erreicht ist.

5.3 Standortoptimierung am Beispiel der Achse Erding

Im Rahmen des MOBINET-Projektes wird das Verfahren auf den Sektor zwischen München und Erding angewendet. Es handelt sich hierbei lediglich um eine Veranschaulichung des Verfahrens. Ein Ausbau der P+R-Anlagen aufgrund der Ergebnisse der Standortoptimierung, die Voraussetzung für eine Demonstration des Standortoptimums unter realem Verhalten wäre, ist nicht Bestandteil des Forschungsprojektes und soll erst später erfolgen.

Der Sektor Erding liegt im Nordosten von München. Er wird von einer S-Bahn-Linie (Linie 8) an München angeschlossen und am westlichen Rand von einer weiteren S-Bahn-Linie (Linie S 8) und – bereits in der Nähe der Kernstadt – durch eine U-Bahn (Linie U6) tangiert.

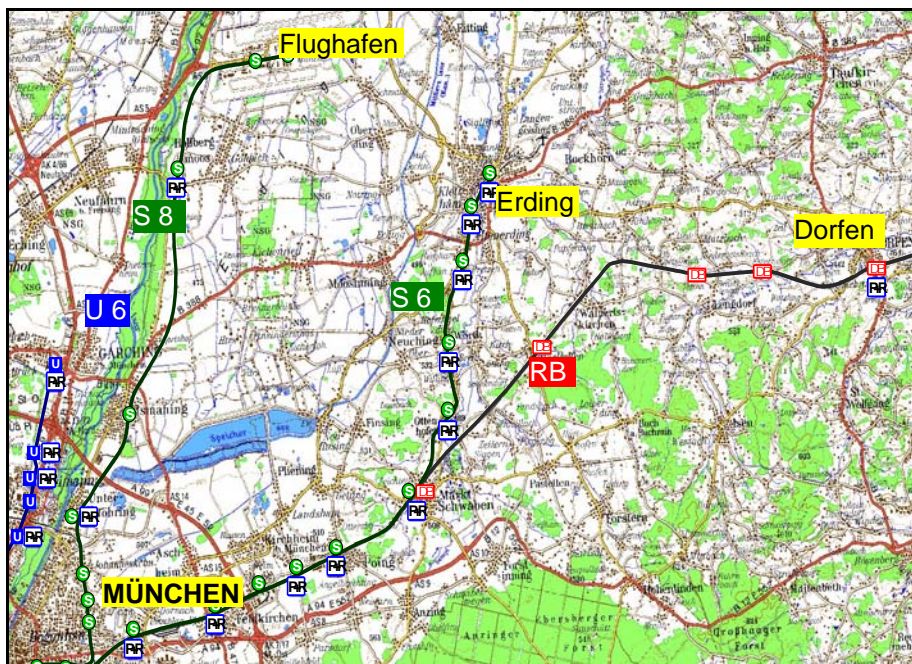


Abb. 5.3-1: Sektor Erding

MOBINET–A: Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler
5 Verbesserung des Park-and-Ride-Angebots

Nachfolgend sind die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte dargestellt:

Untersuchungsfälle:

- 1 Vorhandener Zustand,
- 2,3 Zustand bei wegeminimaler Zuordnung (Systemoptimum):
 - 2 bei freier Erweiterbarkeit der Kapazität,
 - 3 bei begrenzter Erweiterbarkeit der Kapazität,
- 3,4 Zustand bei prognostiziertem Verhalten der P+R-Nutzer (Nutzeroptimum):
 - 4 bei freier Erweiterbarkeit der Kapazität,
 - 5 bei begrenzter Erweiterbarkeit der Kapazität.

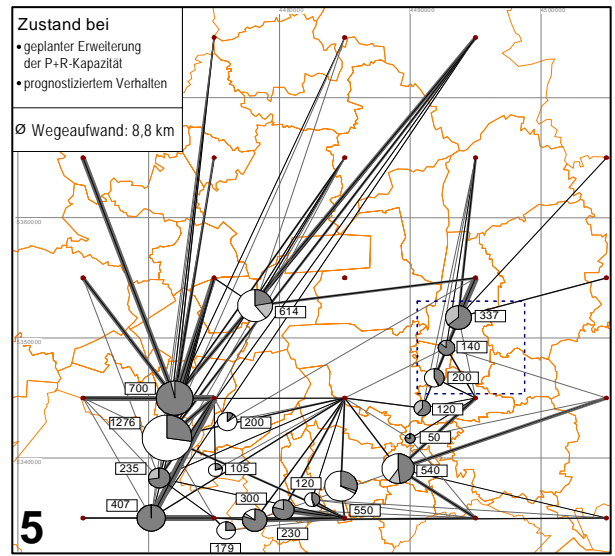
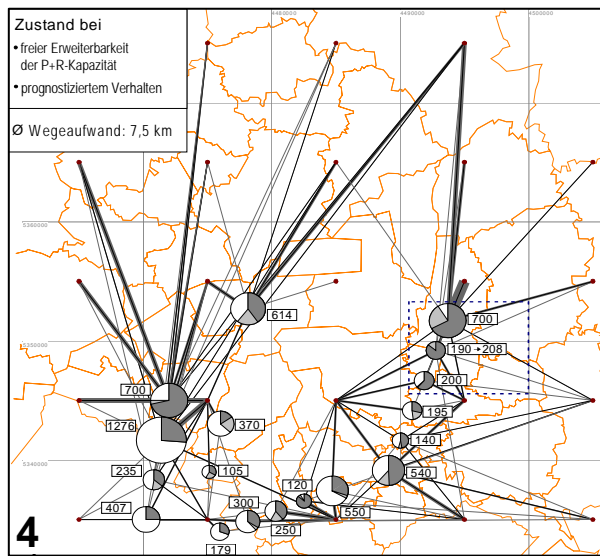
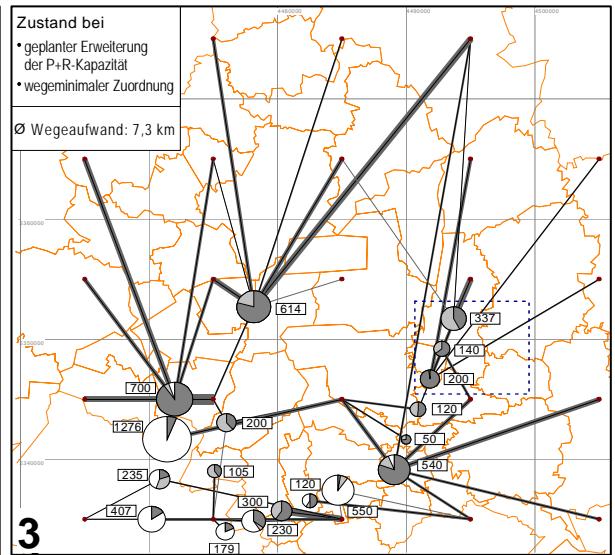
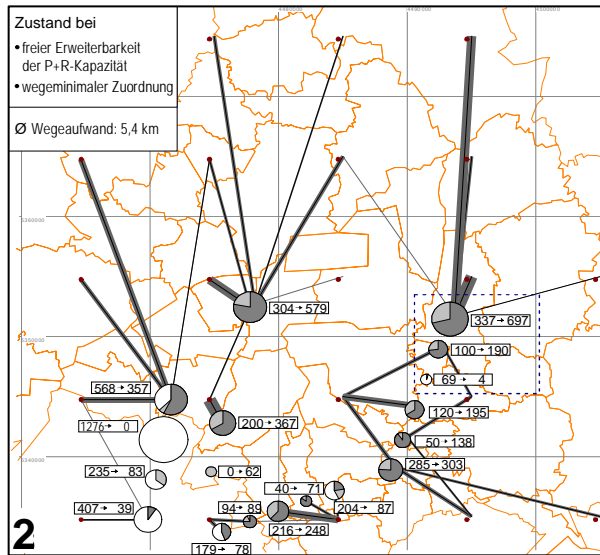
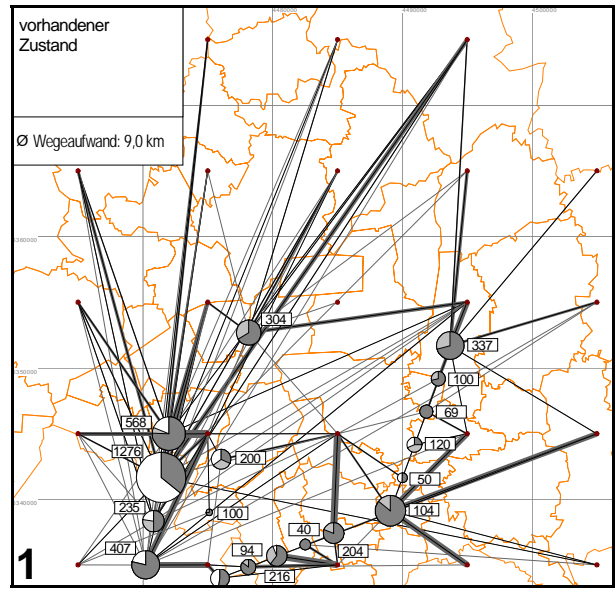
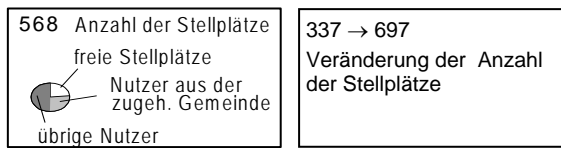


Abb. 5.3-2: Beispielrechnung für den Sektor Erding

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen für den mit dem Pkw zurückgelegten Anteil am Gesamtweg folgende Wegelängen:

	Fall	mittlere Länge der Pkw-Fahrt
Vorhandener Zustand	1	9,0 km
Zustand bei wegeminimaler Zuordnung (Systemoptimum)		
– bei freier Erweiterbarkeit der Kapazität	2	5,4 km
– bei begrenzter Erweiterbarkeit der Kapazität	3	7,3 km
Zustand bei prognostiziertem Verhalten der P+R-Nutzer (Nutzeroptimum)		
– bei freier Erweiterbarkeit der Kapazität	4	7,5 km
– bei begrenzter Erweiterbarkeit der Kapazität	5	8,8 km

Tab. 5.3-1: Mittlere Länge der Pkw-Wege

Theoretisch lässt sich damit die Länge des mit dem Pkw zurückgelegten Weges auf 60% verringern, allerdings nur, wenn die Kapazität der P+R-Anlagen frei erweiterbar ist und sich die Nutzer so verhalten, dass insgesamt ein Wegeminimum erreicht wird.

Die Beispielsrechnung zeigt folgende Auffälligkeiten, die in den Fällen 2 bis 5 der Abbildung 5.3-2 mit einem strichlierten Kasten umgeben sind.

- Bei einer wegeminimalen Zuordnung und freier Erweiterbarkeit der Anzahl der Stellplätze (Fall 2) wird die südliche Anlage (Aufhausen) nur geringfügig aufgesucht, so dass dort keine Erweiterung notwendig ist, sondern die Kapazität sogar eingeschränkt werden kann. Deutliche Erweiterungen sind allerdings bei der nördlichen und der mittleren Anlage erforderlich (Erding und Altenerding). Die Planung des MVV mit einer begrenzten Erweiterung der Anzahl der Stellplätze (Fall 3) steht dazu im Widerspruch. Sie folgt der aus wegeminimalen Gründen wünschenswerten Erweiterung der beiden nördlichen Anlagen nur sehr eingeschränkt und erweitert dafür die südlich gelegene Anlage noch über den bei einer wegeminimalen Zuordnung schon heute überdimensionierten Umfang hinaus. Dies führt im Fall einer angenommenen wegeminimalen Zuordnung zu einem Verdrängungsprozess von den dann überlasteten nördlichen Anlagen zur nicht ausgelasteten südlichen Anlage. Dieser augenscheinliche Widerspruch liegt darin begründet, dass in der Praxis die beiden nördlichen Anlagen aufgrund fehlender Flächenverfügbarkeit nur begrenzt erweiterbar sind (sie liegen innerhalb der Stadt Erding), während eine Erweiterung der Anlage in Aufhausen dank vorhandener Freiflächen direkt am Bahnhof weniger Probleme bereitet.
- Die erforderliche Anzahl der Stellplätze kann zwischen den Fällen eines prognostizierten Verhaltens (Fall 4) und einer wegeminimalen Zuordnung (Fall 2) sehr unterschiedlich sein. Im Regelfall ist die erforderliche Kapazität bei einem prognostizierten Verhalten geringer (weiße Teilflächen in der kreisförmigen Darstellung der Anzahl der Stellplätze im Fall 4). Eine Ausnahme bildet Altenerding, die mittlere P+R-Anlage im strichlierten Kasten. Sie benötigt bei prognostiziertem Verhalten eine höhere Kapazität als bei wegeminimaler Zuordnung.

Aus den Ergebnissen der Beispielsrechnung können folgende Schlüsse gezogen werden:

- Je stärker die Anzahl der Stellplätze in Richtung auf eine wohnungsnaher Abdeckung der Nachfrage erweiterbar ist, umso stärker sinkt die mittlere mit dem Pkw zurückgelegte Wegelänge.
- Das prognostizierte tatsächliche Verhalten weicht von einem wegeminimalen Verhalten deutlich in Richtung der Überlastung einzelner Anlagen ab.

Für die Planung von P+R-Anlagen sind daraus folgende Forderungen ableitbar:

- Die Kapazität der P+R-Anlagen sollte in Orientierung an der Herkunft der Nutzer möglichst wohnungsnah erweitert werden.
- Durch die Steigerung der Attraktivität der wohnungsnah gelegenen Anlagen und die gleichzeitige Erhebung von Parkentgelten an den weiter entfernt liegenden Anlagen sollte versucht werden, das tatsächliche Verhalten bei der Wahl der benutzten P+R-Anlage an das erwünschte wegeminimale Verhalten besser anzupassen. Hinweise ergeben sich hierfür aus dem Vergleich der Auslastung der P+R-Anlagen zwischen den Fällen 2 und 3 bzw. 4 und 5. Wenn in den Fällen 2 bzw. 4 die Auslastungen deutlich geringer sind als in den Fällen 3 bzw. 5, sollte an diesen Anlagen die Attraktivität verbessert werden. Umgekehrt ist an höhere Parkentgelte zu denken.

Aus einer ausreichenden Kapazität der P+R-Anlagen resultiert eine hohe Sicherheitswahrscheinlichkeit, in einer wohnungsnahen Anlage einen freien Stellplatz zu finden. Dies ist eines der wichtigsten Kriterien für die Akzeptanz von P+R. Die Standortoptimierung in der hier vorgeschlagenen Weise trägt damit zu einer Förderung des P+R bei.

5.4 Erhebung von Parkentgelten

Mit der Erhebung von Entgelten an P+R-Anlagen sind folgende Ziele verbunden:

- Durch geringere Entgelte in größerer Entfernung von der Kernstadt und höhere Entgelte in geringerer Entfernung wird ein Anreiz gegeben, möglichst weit draußen zu parken und den Anteil des Weges, der mit dem Pkw zurückgelegt wird, kurz zu halten.
- Die unerlaubte Fremdnutzung von P+R-Anlagen – z.B. durch Beschäftigte mit einem Arbeitsplatz in der Nähe der Anlage – wird durch die Entgelterhebung gedämpft.
- Der Zugang zum Schienenverkehr zu Fuß, mit Fahrrad und mit Bus wird gefördert.
- Wie bei der Verkehrsinfrastruktur für den fließenden Verkehr (Straße, Schiene) sollte auch bei den Anlagen für den ruhenden Verkehr angestrebt werden, durch Nutzungsentgelte einen gewissen anteiligen Beitrag zur Deckung der Betriebskosten zu leisten.

Die Höhe des Parkentgelts darf jedoch nicht dazu führen, dass die P+R-Nutzer auf eine abschließliche Autonutzung wechseln oder auf den umgebenden Straßen parken und dort Probleme auslösen. Diese Bedingung begrenzt die Höhe des Parkentgelts.

Die Gefahr eines Ausweichens auf die Straßen in der Umgebung der P+R-Anlage ist insbesondere dann gegeben, wenn die Verkehrsteilnehmer, die zu einer späteren Tageszeit fahren, auf der P+R-Anlage keinen freien Stellplatz mehr finden oder nicht mehr zu finden vermuten. Häufig ist aber auch die Bequemlichkeit die Ursache für das Straßenrandparken, weil das Abstellen auf einem freien Stellplatz am Straßenrand schneller geht als das Aufsuchen der P+R-Anlage und oft der Fußweg bis zur U-Bahn-Haltestelle von dort aus kürzer ist als von der P+R-Anlage aus. Auch die Entgelterhebung wird tendenziell P+R-Nutzer veranlassen, die P+R-Anlage zu meiden und ihr Fahrzeug entlang der umliegenden Wohnstraßen abzustellen. Wenn die Entgelterhebung jedoch zu einer Verringerung des Auslastungsgrades der P+R-Anlagen führt, kann die Neigung, am Straßenrand zu parken auch wieder abnehmen, weil die Verkehrsteilnehmer leichter als früher einen Stellplatz auf der P+R-Anlage finden.

Forschungsziel war es, die Erhebung von Parkentgelten im Rahmen von Demonstratoren zu erproben. Dies war allerdings nicht im Umland möglich, weil es dort der Zustimmung der Deutschen Bahn und der Landkreise bedurft hätte, sondern nur im Stadtgebiet von München.

5.5 Demonstration der Erhebung von Parkentgelten

Die Demonstratoren sowie die jeweilige Entgelthöhe wurden aufgrund der Größe, der Fahrzeit zur Innenstadt und der Erreichbarkeit aus dem Straßennetz ausgewählt. Die Demonstration der Erhebung von Parkentgelten basiert auf Beschlüssen des Stadtrats der Landeshauptstadt München.

Versuchsfelder waren:

- Versuchsfeld Nord mit den Anlagen
 - Fröttmaning (Parkhaus, 1.270 Stellplätze, 17 Min. Fahrzeit bis zum Marienplatz),
 - Kieferngarten (Parkhaus, 235 Stellplätze, 14 Min. Fahrzeit),
 - Studentenstadt (Parkplatz, 407 Stellplätze, 11 Min. Fahrzeit),
- Versuchsfeld Süd mit den Anlagen
 - Fürstenried West (Tiefgarage und Parkplatz, 268 Stellplätze, 18 Min. Fahrzeit),
 - Großhadern (Parkplatz, 306 Stellplätze, 13 Min. Fahrzeit),
 - Aidenbachstraße (Parkdeck, 190 Stellplätze, 18 Min. Fahrzeit),
 - Solln (Parkplatz, 76 Stellplätze, 17 Min. Fahrzeit).



Namen der P+R-Anlagen: Blau: Lage an der U 6, Gelb: Lage an der U 3, Braun: Lage an der S 7

Abb. 5.5-1: Standorte der bewirtschafteten P+R-Anlagen

Die Größe der untersuchten Anlagen ist sehr unterschiedlich; die Fahrzeit von der Anlage bis zur Stadtmitte liegt mit Werten zwischen 11 Minuten und 18 Minuten zumindest in derselben Größenordnung.

Die Demonstratoren sind aufgrund ihrer Bauform (Parkplätze, Parkbauten, Tiefgaragen) und ihrer örtlichen Lage repräsentativ für die übrigen im Stadtgebiet liegenden P+R-Anlagen. Eine Entgelterhebung kann sowohl mit Parkscheinautomaten (Aidenbachstraße, Klinikum Großhadern, Studentenstadt, Solln) als auch mit Schranken (Fröttmaning, Fürstenried West, Kieferngarten) erfolgen. Das Versuchsfeld Nord liegt im Sektor Erding, so dass eine unmittelbare Verknüpfung mit anderen MOBINET-Maßnahmen dieses Sektors möglich ist.

Bei der Entgelthöhe wird zwischen 1,00 €/Tag und 0,50 €/Tag unterschieden. Diese Differenzierung richtete sich zunächst nach dem Zeitkartentarif des MVV. Später wurden zusätzlich die Kriterien örtliche Lage, Fahrzeit bis zum Zentrum sowie Angebotsqualität mit einbezogen. Dies führte bei der Anlage Solln zu einer preislichen Abstufung. Die Kostenpflicht besteht an allen Tagen.

Das Parkentgelt kann entweder wie beim Straßenrandparken über Parkscheine erhoben werden, die an Automaten zu lösen sind und deren ordnungsgemäße Handhabung stichprobenartig zu kontrollieren ist oder mit Hilfe von Schranken, wie sie in Parkhäusern üblich sind. Die Parkscheinlösung ist zwar billiger, verursacht aber einen größeren zeitlichen Aufwand für den Nutzer, was gerade vor dem Übergang auf den ÖPNV kritisch sein kann. Sie führt außerdem zu Problemen bei der Sanktionierung von Verstößen, denn der private Betreiber von P+R-Anlagen kann gegen Nichtzahler nur zivilrechtlich vorgehen.

Die Gebührenentrichtung kann grundsätzlich bar, über Debitkarten oder über Zeitkarten erfolgen. Eine Bezahlung über Debitkarten ist bisher organisatorisch noch nicht möglich. Dafür wurde im Frühjahr 2003 zusätzlich eine P+R-Streifenkarte eingeführt. Im Gegensatz zur Zeitkarte ist sie vor allem für P+R-Nutzer mit Parkhäufigkeiten von 3 mal je Woche und weniger interessant. Gegenüber der Einzelkarte reduziert sie den Aufwand, jedes Mal einen Fahrschein lösen zu müssen.

Eine Verknüpfung des Parkentgelts mit dem Fahrpreis für die anschließende ÖPNV-Fahrt (Kombitickets) würde die Möglichkeit eröffnen, die Entgelthöhe nach ÖPNV-Nutzung und Nicht-ÖPNV-Nutzung („Fremdparken“) zu differenzieren und für die ÖPNV-Nutzer ein geringeres Parkentgelt zu erheben als für die Nicht-ÖPNV-Nutzer. Durch ein hohes Parkentgelt lassen sich Fremdparker leichter von den P+R-Anlagen fern halten als durch die heute bestehenden Verbote, deren Einhaltung aufwändig kontrolliert werden muss. Das bei einem Verstoß gegen dieses Verbot zu erhebende erhöhte Parkentgelt verärgert zudem die P+R-Nutzer. Der Ersatz eines Verbotes (=staatliche Anordnung) durch eine Differenzierung der Entgelthöhe (=Marktmechanismus) liegt im heutigen Trend. Ein entsprechender Versuch mit Kombitickets ist für später vorgesehen.

Durch Ausgabe einer kostenlosen Lizenz für die wohnungsnächste P+R-Anlage analog zum Lizenzparken in den innenstadtnahen Mischgebieten (s. Kap. 6) kann die Bereitschaft, wohnungsnah zu parken, noch erhöht werden.

Die Einführung des Parkentgelts wurde durch eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit unterstützt. Hervorzuheben sind hierbei die Einrichtung einer Telefon-Hotline sowie die Verteilung von Informations-Foldern.

Mit der Entgelterhebung auf den Versuchsanlagen wurde Ende August 2000 begonnen. Die Laufdauer des Versuchs war zunächst auf zwei Jahre mit der Möglichkeit des Abbruchs nach einem Jahr festgesetzt, wurde aber im August 2002 bis zum Ende der Laufdauer des Forschungsprojektes MOBINET Mitte 2003 verlängert. Gleichzeitig wurde in Reaktion auf zwischenzeitliche Erfahrungen die Höhe des Entgelts an der P+R-Anlage Solln wegen der schlechten Akzeptanz von 1,00 €/Tag auf 0,50 €/Tag gesenkt.

5.6 Vorher-Nachher-Vergleich der Erhebung von Parkentgelten

Die Vorher-Erhebung fand im Oktober 1999 statt. Im Dezember 2000 erfolgte eine Zwischen-Erhebung und im März 2002 die Nachher-Erhebung. Die Nutzer der P+R-Anlagen wurden nach ihrem Verkehrsverhalten und ihrer Beurteilung der Entgelterhebung befragt. Die Befragungen an den P+R-Anlagen wurden durch eine Telefonbefragung der bei der Voruntersuchung erfassten Telefonnummern von P+R-Nutzern im April 2002 ergänzt.

Die Auslastung der Anlagen ließ sich unmittelbar erheben und miteinander vergleichen. Generell ist ein Rückgang der Parknachfrage zu erkennen. Dies gilt insbesondere für diejenigen Anlagen, die vor Beginn der Entgelterhebung nicht voll ausgelastet waren. Bei den Anlagen mit einer ursprünglich hohen Auslastung war der Rückgang verhältnismäßig gering. Dies kann damit erklärt werden, dass der Bedarf (= ex-ante-Nachfrage) seinerzeit bereits über 100% lag, und der durch die Entgelterhebung verursachte Rückgang der Nachfrage durch diesen überschießenden Bedarf wieder aufgefüllt wurde.

Die Ungleichmäßigkeit des Auslastungsrückgangs lässt u.a. darauf schließen, dass das P+R-Angebot räumlich ungleichmäßig ist und nicht der räumlichen Verteilung der Einwohner entspricht. Um solche Diskrepanzen zu vermeiden, sollte die weitere P+R-Planung mit Hilfe des in Kap. 5.2 beschriebenen Verfahrens der Standortoptimierung von P+R-Anlagen erfolgen.

Ein Rückgang der Parknachfrage ist grundsätzlich zu begrüßen, sofern der Auslastungsgrad nicht zu stark absinkt, wie dies zumindest anfangs bei der P+R-Anlage Solln mit einer Auslastung von 30-40 % der Fall war. Erst die Halbierung der Parkentgelte hat die Auslastung wieder auf über 50% angehoben. Eine maximale Auslastung von 80 bis 90% kann als ideal angesehen werden, weil dadurch auch diejenigen P+R-Benutzer, die morgens später in die Innenstadt fahren, noch einen Stellplatz finden. Dies verhindert, dass P+R-willige Verkehrsteilnehmer aus Furcht vor einer Überlastung der Anlage ausschließlich mit dem Pkw fahren.

Da die Parkraumbewirtschaftung in den innenstadtnahen Mischgebieten (vgl. Kap. 6) zu einer stärkeren Nutzung des ÖPNV insbesondere im Berufsverkehr führen wird, sorgt der Rückgang der Auslastungsgrade für die notwendige Reserve, um die aus der Kernstadt verdrängten Autofahrer, die in der Nähe ihrer Wohnung keinen guten ÖPNV-Anschluss haben und deshalb auf Zubringer-Verkehrsmittel angewiesen sind, zusätzlich aufzunehmen. Grundsätzlich fördert eine Kapazitätsreserve bei den P+R-Anlagen den Verzicht auf den Pkw beim täglichen Weg in die Innenstadt.

Der verringerte Auslastungsgrad der P+R-Anlagen hat auch zu einer Verbesserung der Parksituation auf diesen Anlagen geführt. So hat z.B. das unberechtigte Parken auf Stellplätzen für Behinderte sowie das Parken außerhalb der gekennzeichneten Stellplätze in den Fahrgassen und auf Grünflächen abgenommen; die Parkregeln werden besser beachtet.

Ein Ausweichen von P+R-Nutzern auf die umliegenden Straßen ist nur schwer nachzuweisen, denn bei einer Nachher-Erhebung auf der P+R-Anlage werden diejenigen Nutzer, die ausgewichen sind, nicht mehr angetroffen. Um dieses methodische Problem soweit wie möglich zu umgehen, wurden an den P+R-Anlagen Kieferngarten und Aidenbachstraße die Vorher-Erhebung und die Nachher-Erhebung auch auf das Straßenrandparken in der Umgebung der P+R-Anlage ausgeweitet. Das Ergebnis ist widersprüchlich: Im Umfeld der P+R-Anlage Kieferngarten hat das Straßenrandparken um rd. 20% zugenommen, während der Auslastungsgrad von maximal rd. 85 % auf maximal rd. 55% absank. Die Anlage ist allerdings unbequem zu befahren und weist lange Wege zur U-Bahn-Haltestelle auf, so dass ohnehin ein hoher Anreiz zum Straßenrandparken besteht. Im Umfeld der P+R-Anlage Aidenbachstraße hat das Straßenrandparken dagegen um rd. 25% abgenommen, wobei die maximale Auslastung mit rd. 90% nach wie vor sehr hoch ist. Der Rückgang der Nachfrage

auf der P+R-Anlage wurde hier weitgehend von Straßenrandparkern aufgefüllt, die vor der Entgelterhebung keinen Stellplatz mehr bekommen haben.

Probleme der Nutzung der P+R-Anlagen durch Nicht-ÖPNV-Nutzer (Fremdnutzer) bestanden bei den in den Versuch einbezogenen P+R-Anlagen lediglich an der Anlage Großhadern. Auf der dortigen P+R-Anlage parken Beschäftigte des Krankenhauses. Die übrigen Anlagen haben in ihrer Umgebung keine herausragenden Nutzungen, welche starken Autoverkehr anziehen. Vor Einführung der Entgelterhebung lag der Fremdarkeranteil auf der P+R-Anlage Großhadern trotz intensiver Kontrolle bei 16%. Nach Einführung der Entgelterhebung betrug er nur noch 10%.

Die Entgelterhebung hat dazu beigetragen, dass aus dem Nahbereich der P+R-Anlage weniger Pkw-Nutzer kommen. Sie gehen entweder in größerem Umfang zu Fuß oder benutzen das Fahrrad oder den Zubringerbus, um das Parkentgelt zu sparen. Dies ist im Sinne einer Reduzierung des MIV positiv.

Neukunden des P+R, d.h. Verkehrsteilnehmer, die erst nach der Einführung des Parkentgelts P+R nutzen, waren zu etwa gleichen Anteilen vorher reine Pkw-Nutzer und reine ÖPNV-Nutzer. In dem verkehrspolitisch unerwünschten Umstieg von einer reinen ÖPNV-Nutzung zum P+R kann ein Indiz dafür gesehen werden, dass ein gutes P+R-Angebot mit einer ausreichend verfügbaren Anzahl von Stellplätzen auch für bisher reine ÖPNV-Nutzer eine Verbesserung darstellen kann. Um einen solchen Rückstieg vom ÖPNV zu vermeiden, muss für eine gute Anbindung der P+R-Bahnhöfe mit Zubringer-Bussen gesorgt werden, wie dies im Arbeitspaket „Einführung von Direkt- und Sammelbussen“ am Beispiel des Landkreises Erding versucht worden ist (vgl. Kap. 3).

Um das veränderte Verhalten und die dafür maßgebenden Gründe jener P+R-Nutzer zu erfahren, die nur in der Vorher-Untersuchung angetroffen wurden und nicht mehr in der Nachher-Untersuchung auftauchten, wurden bei der Vorher-Untersuchung die Telefonnummern erfasst und diese Personen bei der Nachher-Untersuchung am Telefon befragt. Die Aussagefähigkeit dieser Telefonbefragung ist allerdings sehr gering: Von den bei der Vorher-Untersuchung interviewten P+R-Nutzern waren auf den Demonstratoren Süd-West und Nord nur bei rd. 28 bzw. 20% die Telefonnummern erfasst worden und es konnten nur bei rd. 3 bzw. 7% Interviews durchgeführt werden. Aus diesem Grund wird hier auf eine detaillierte Interpretation der Ergebnisse verzichtet. Es lässt sich jedoch erkennen, dass der Anteil der Verkehrsteilnehmer, der wegen der Entgelterhebung die gesamte Strecke zum Ziel in der Innenstadt nunmehr ausschließlich mit dem Pkw zurücklegt, verschwindend gering ist.

Durch die Erhebung von Parkentgelten wurden im Versuchszeitraum Einnahmen von i.M. 145 € je Stellplatz und Jahr erzielt. Dem steht je Stellplatz und Jahr ein durch die Entgelterhebung verursachter zusätzlicher Betriebsaufwand von rd. 40 € gegenüber. Unter Hinzurechnung weiterer betriebswirtschaftlicher Faktoren (5-jährige Abschreibung auf die zusätzlichen Einrichtungen plus kalkulatorische Zinsen) ergibt sich ein zusätzlicher Gesamtaufwand für die Entgelterhebung von 75 € je Stellplatz und Jahr. Nach Mitteilung der Park & Ride GmbH ist für alle im Stadtgebiet München liegenden P+R-Anlagen von einer Spannweite der laufenden Betriebskosten von 187 € (Parkplatz) bis zu 390 € (Parkhaus, ständig personell besetzt) je Stellplatz und Jahr, auszugehen. Im Mittel ergibt sich damit ein laufender Betriebsaufwand von rd. 300 € je Stellplatz und Jahr. Damit decken die Einnahmen aus den Parkentgelten knapp 25 % der Betriebskosten.

Das Ergebnis der Demonstration hat den Stadtrat der Stadt München veranlasst, die Erhebung von Parkentgelten an den betroffenen Anlagen als Dauerregelung fortzusetzen. Es ist geplant, schon ab 2003/2004 auch an den übrigen P+R-Anlagen innerhalb des Stadtgebietes Parkentgelte zu erheben.

Bearbeiter

Teil Standortoptimierung:

Kirchhoff, Peter, Prof. Dr.-Ing., Hümpfner, Stefan, Dr.-Ing.,	} Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung, Technische Universität München
Ismair, Alfred, Dipl.-Geogr.,	Münchner Verkehrs- und Tarifverbund
Oneseit, Dörte, M.A.,	Referat für Stadtplanung und Bauordnung der LHM
Schlichter, Hans Georg, Dr.-Ing.	BMW Group

Teil Entgelterhebung:

Grossmann, Wolfgang,	Park & Ride GmbH München
Haller, Markus, Dr. phil., Ismair, Alfred, Dipl.-Geogr.,	} Münchner Verkehrs- und Tarifverbund
Oneseit, Dörte, M.A.,	Referat für Stadtplanung und Bauordnung der LHM

Veröffentlichungen

HÜMPFNER, S.: Standortoptimierung von Park-and-Ride-Anlagen, Veröffentlichungen des Lehrstuhls für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München, Heft 15, 2002.

Interne Berichte

KHW: Sensitivitätsanalyse zum Modul „Nutzerverhalten“ im Verfahren zur Standortoptimierung Park+Ride.

Park&Ride GmbH, München: Gestaffelte Entgelterhebung an ausgewählten P+R-Anlagen, Versuchsplanung.

Park&Ride GmbH, München: MVV Consulting: Vorheruntersuchung für P+R-Maßnahmen in der Region München, Oktober 1999.

Park&Ride GmbH, München: Zwischenbericht über die gestaffelte Entgelterhebung an P+R-Anlagen.

Park&Ride GmbH, München: P+R Kundenbefragung nach Einführung der Entgelterhebung, April 2002.

Park&Ride GmbH, München: MVV Consulting: P+R-Nachheruntersuchung, Oktober 2002.

Park&Ride GmbH, München: Bericht über die Ergebnisse der gestaffelten Entgelterhebung an P+R-Anlagen nach Durchführung des zweijährigen Versuchs.

6 Parkraummanagement in innenstadtnahen Mischgebieten

6.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Situation des ruhenden Verkehrs ist in den großen Städten immer problematischer geworden. Die zunehmende Motorisierung und der kaum noch erweiterbare Parkraum haben zu einer immer größer werdenden Diskrepanz zwischen Parkraumnachfrage und -angebot geführt. Während der Parkdruck in den Innenstädten durch den Bau von Parkgaragen verringert werden konnte, sind Quartiersgaragen in den innenstadtnahen Mischgebieten noch die Ausnahme. Ursache hierfür sind die mangelnde Verfügbarkeit geeigneter Grundstücke, die hohen Baukosten und die häufige Ablehnung durch die Bevölkerung. Ebenso fehlen private Tiefgaragen in den meist noch aus der Gründerzeit stammenden Gebäuden. Der ruhende Verkehr ist deshalb überwiegend auf Stellplätze am Straßenrand angewiesen. Die Folge des Stellplatzmangels ist ein übermäßiger Parksuchverkehr, der Zeitverluste verursacht und die Straßen verstopft. Dies beeinträchtigt die Wohnqualität und führt zu einem Ausbleiben der Kunden und Besucher. Deshalb wird nicht nur für die Innenstadt, sondern auch für die innenstadtnahen Mischgebiete zunehmend ein Parkraummanagement gefordert. Durch Managementmaßnahmen allein können allerdings die grundsätzlichen Probleme des zu geringen Parkraums nicht gelöst werden; sie erlauben lediglich eine Mangelverwaltung. Die bereits vielerorts durchgeführte, ganze Stadtbezirke umfassende Parklizenzierung für Anwohner ist aufgrund der neuesten Rechtsprechung nicht mehr zulässig, so dass nach anderen, rechtskonformen Arten des Parkraummanagements gesucht werden muss.

6.2 Ziele und Grundsätze einer Parkraumbewirtschaftung

Die innenstadtnahen Mischgebiete weisen Wohnungen, Geschäfte sowie Einrichtungen für Dienstleistungen, Bildung und Freizeit auf. Dabei dominiert die Wohnnutzung. Produzierendes Gewerbe ist dagegen selten.

Parkbedarf besteht demnach bei folgenden Nutzergruppen:

- Bewohner,
- ortsansässige Geschäftsleute,
- Besucher (zum Einkaufen, zu privaten und dienstlich/geschäftlichen Erledigungen sowie zum Besuch von Veranstaltungen, Gaststätten und Privatpersonen),
- Beschäftigte,
- Dienstleister (z.B. Handwerker).

Hinzu kommt ein Stellplatzbedarf für Lieferanten, die während des Ladevorgangs nicht parken sondern halten. Insofern wird nachfolgend nicht mehr von Parkbedarf, sondern allgemeiner von Stellplatzbedarf gesprochen. Hotelgäste sind für die Dauer ihres Aufenthalts den Bewohnern gleichzustellen.

Ziel einer Parkraumbewirtschaftung ist es,

- die unter den Randbedingungen einer Erhebung von Parkgebühren entstehende Stellplatznachfrage vollständig und in ausreichender Nähe zu den aufgesuchten Einrichtungen zu befriedigen,
- die Wohnqualität, die im gegenwärtigen Zustand durch übermäßigen Stellplatzsuchverkehr und illegales Abstellen in Einfahrten und auf Gehwegen beeinträchtigt wird, zu verbessern,
- die Wirtschaftskraft des Gebietes, die unter einer mangelnden Zugänglichkeit für die Besucher und den Lieferverkehr leidet, zu stärken.

Da es in der Regel nicht möglich sein wird, den gesamten Stellplatzbedarf zu decken, ist es unumgänglich, Prioritäten zu setzen: Der Stellplatzbedarf der Bewohner und des Lieferverkehrs muss Vorrang haben und auch die Besucher und Dienstleister sollten, soweit irgend möglich, ausreichend Stellplätze finden. Beides dient der Wohnqualität und der Wirtschaftskraft. Dagegen sollten Beschäftigte, die in dem betreffenden Gebiet ihren Arbeitsplatz haben und dort über einen langen Zeitraum parken, dazu gebracht werden, den ÖPNV zu benutzen. Dies erscheint zumutbar, da der ÖPNV in der Innenstadt meist ein gutes Angebot aufweist. Berufspendler aus dem Umland, für die das ÖPNV-Angebot an ihrem Wohnort schlecht ist und aus finanziellen Gründen nicht entscheidend verbessert werden kann, sollten von der Möglichkeit des Park-and-Ride Gebrauch machen.

Eine derartige Ordnung des Parkens am Straßenrand erfordert die

- Erhebung einer mit der Parkdauer ansteigenden Gebühr,
- Gebührenfreiheit für Bewohner und ortsansässige Geschäftsleute mit dort gemeldetem Kfz; die gebührenfreie Parkerlaubnis wird mittels Parklizenz dokumentiert.

In den Parkgaragen wird die Gebührenhöhe von den Betreibern festgelegt. Die zuständige Verwaltung sollte darauf hinwirken, dass eine mit der Parkdauer ansteigende Gebühr ohne Rabattierung für Dauerparker erhoben wird. Sofern es wegen mangelnder Stellplätze am Straßenrand und wegen fehlender privater Stellplätze in Tiefgaragen notwendig wird, Bewohner auf die öffentlichen Parkgaragen zu verweisen, sollten Gebühren angestrebt werden, die den Kosten für einen Stellplatz in einer privaten Tiefgarage entsprechen. Notfalls muss die Stadt das Parken für Bewohner in den Parkgaragen subventionieren. Dies kann aus den Ablösemitteln geschehen, die von der Stadt erhoben werden, wenn bei Neubauten die erforderliche Anzahl an Stellplätzen nicht geschaffen werden kann oder darf.

6.3 Arbeitsschritte des Entwurfs von Maßnahmen

Der Entwurf des Parkraumangebots setzt sich aus folgenden Teilaufgaben zusammen:

- Ermittlung der zukünftigen potentiellen Nachfrage nach Stellplätzen,
- Festlegung von Maßnahmen zur Bewirtschaftung der Stellplätze.

Bei Stellplätzen am Straßenrand besteht in der Regel kein Spielraum für eine Vermehrung, so dass sich die Bemessungsaufgabe auf die Festlegung von Bewirtschaftungsmaßnahmen beschränkt. Die Bemessung muss von der zukünftigen potentiellen Nachfrage ausgehen, d.h. der Nachfrage, die sich aufgrund der zukünftigen Flächennutzung, des zukünftigen ÖPNV-Angebots, der zukünftigen Situation im fließenden MIV sowie der vorgesehenen Maßnahmen der Parkraumbewirtschaftung ergibt.

Wegen der Komplexität dieser Zusammenhänge ist es schwierig, die zukünftige potentielle Nachfrage nach Stellplätzen unmittelbar zu bestimmen. Die „Richtlinien für Anlagen des ruhenden Verkehrs“ geben zwar Richtzahlen an, berücksichtigen aber die genannten Einflussgrößen nicht. Deshalb ist die Bemessung ein Rückkoppelungsprozess: Die Maßnahmen der Parkraumbewirtschaftung werden zunächst anhand der vorhandenen Nachfrage und unter grober Abschätzung der zu erwartenden Veränderungen festgelegt. Wenn sich später herausstellt, dass sich die Nachfrage verändert hat – z.B. durch eine Verschiebung zwischen den verschiedenen Nutzergruppen – muss die Ausprägung der Bewirtschaftung korrigiert werden. Dabei sollte ein Zustand angestrebt werden, bei dem das Stellplatzangebot zu den üblichen Spitzenzeiten nur bis z.B. 90% ausgelastet ist, damit Besucher, Dienstleister und Lieferanten noch Stellplätze finden. Dort, wo dieser Wert regelmäßig überschritten wird, sollten die Parkgebühren entsprechend erhöht werden. Wenn dadurch Personen vom Besuch des Gebietes abgehalten werden, und damit die Gefahr einer Beeinträchtigung der örtlichen Wirtschaft entsteht, muss das Angebot an Stellplätzen ggf. durch den Bau von Quartiersgaragen erhöht werden. Umgekehrt darf die Auslastung auch nicht zu gering sein, weil sich

sonst die Bewirtschaftung politisch nicht vertreten lässt. Bei einer zu geringen Auslastung sollten die Art der Parkregelung verändert und/oder die Parkgebühren gesenkt werden.

Der Entwurfsprozess besteht aus den Schritten

- Ermittlung von vorhandenem Stellplatzangebot und vorhandener Stellplatznachfrage,
- Festlegung und Verortung (Zuordnung zu den Blockseiten der Straßen) der Parkregeln,
- Ermittlung der Wirkungen hinsichtlich
 - quantitativer und qualitativer Ausprägung der Parknachfrage,
 - Anzahl der freien Stellplätze für die Anwohner,
 - Auslastungsgrad der für Besucher frei zugänglichen Stellplätze,
 - Abwicklung des Lieferverkehrs,
- Modifikation der Parkregelung bei unbefriedigenden Wirkungen.

Diese Schritte werden nachfolgend erläutert.

6.3.1 Ermittlung von vorhandenem Angebot und vorhandener Nachfrage

Bezugsgröße von Angebot und Nachfrage ist die Blockseite, d.h. die Straßenseite zwischen zwei Querstraßen. Die Baublöcke sind als Bezugsgröße nicht geeignet, weil die Nutzungen an den verschiedenen Seiten des Baublocks oft sehr unterschiedlich sind und eine im Rechenprozess notwendige Mittelbildung das Bild sehr stark verzerren kann. Zeitliche Bezugsgrößen sind der Wochentag und die Tageszeit.

Das vorhandene Angebot umfasst die Anzahl der Stellplätze mit der jeweils gültigen Parkregelung.

Bei der Stellplatznachfrage muss zwischen der quantitativen und der qualitativen Ausprägung unterschieden werden:

- Die quantitative Ausprägung der Stellplatznachfrage umfasst die Größen
 - Anzahl der Park- und Haltevorgänge,
 - Dauer der Park- und Haltevorgänge.

Aus der Anzahl der Stellplätze und der Anzahl der Park- und Haltevorgänge lässt sich die Auslastung der Stellplätze ableiten. Bei stark ausgelasteten Stellplätzen muss angenommen werden, dass der Bedarf größer ist als die Nachfrage und ein Teil des Bedarfs wegen eines unzureichenden Angebots nicht in Nachfrage umgesetzt wird.

- Die qualitative Ausprägung der Stellplatznachfrage lässt sich beschreiben durch
 - Park- bzw. Haltezeitweck,
 - aufgesuchte Ziele,
 - Herkunft der Besucher und Beschäftigten,
 - Einbindung der Fahrt in eine Wegeketten.

Die Ermittlung dieser Daten erfordert Befragungen am Beginn oder am Ende des Park- bzw. Haltevorgangs.

Solche Erhebungen wurden in den Stadtbezirken Alt-Schwabing, Schwabing-West und Lehel durchgeführt. Zähler notierten alle 15 Minuten die Kfz-Kennzeichen der dort parkenden Fahrzeuge. Aus dem Vorhandensein oder Fehlen eines bestimmten Fahrzeugs konnte seine Parkdauer auf 15 Minuten genau abgeleitet werden. Bei den Rundgängen wurde außerdem die Auslastung der Stellplätze an den Blockseiten erfasst. Zusätzlich wurden in einer Stichprobe Fahrzeuginsassen nach Parkzweck und aufgesuchten Zielen befragt.

Die Auslastung der Stellplätze sowie die Dauer der Park- bzw. Haltevorgänge sind nachfolgend am Beispiel des Stadtbezirks Alt-Schwabing dargestellt:

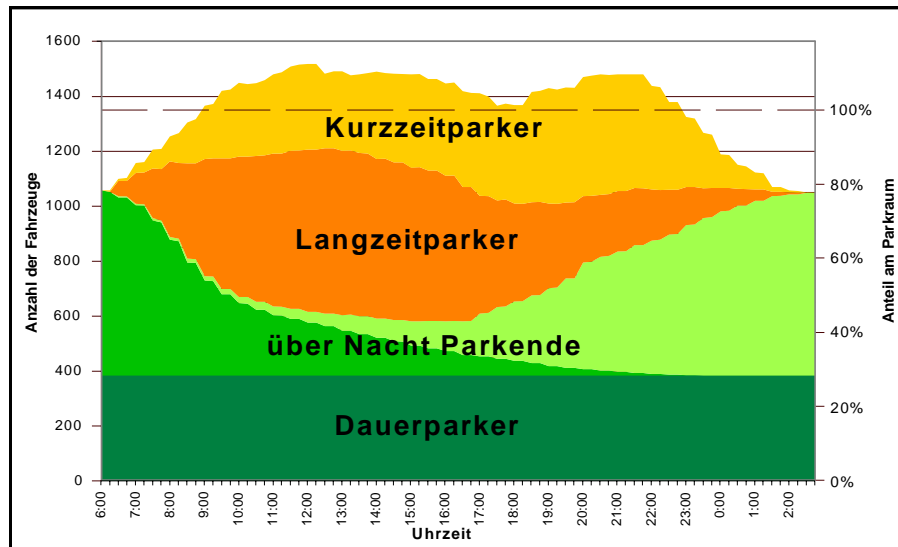


Abb. 6.3-1: Auslastung der Stellplätze und Dauer der Park- bzw. Haltevorgänge über den Tag (Mittelwert über den Stadtbezirk Alt-Schwabing in München)

Die Erhebungen wurden auf die Zeit zwischen 6:00 Uhr morgens und 3:00 Uhr nachts begrenzt. Danach sind die Fahrzeugbewegungen so gering, dass sie vernachlässigt werden können.

Die verschiedenen Gruppen an Parkern sind folgendermaßen definiert:

- **Kurzzeitparker:**
Parkdauer bis 4 Stunden zwischen 6:00 Uhr morgens und 3:00 Uhr nachts.
- **Langzeitparker:**
Parkdauer über 4 Stunden zwischen 6:00 Uhr morgens und 3:00 Uhr nachts.
- **Über Nacht Parkende:**
Fahrzeuge, die sowohl um 6:00 Uhr morgens als auch um 3:00 Uhr nachts angetroffen werden, zwischendurch ihren Stellplatz aber verlassen haben: hierbei handelt es sich überwiegend um Bewohner, die ihr Fahrzeug nachts an der Wohnung abstellen und es tagsüber benutzen.
- **Dauerparker:**
Fahrzeuge, die sowohl um 6:00 Uhr morgens als auch um 3:00 Uhr nachts angetroffen werden und zwischendurch ihren Stellplatz nicht verlassen haben.

Die zeitweilige Überlastung ist die Folge von illegalem Abstellen der Fahrzeuge. Eine solche Analyse kann für ein Gebiet insgesamt oder für Teilgebiete erfolgen.

Ein erheblicher Teil der Stellplätze wird von Dauerparkern belegt, die ihren Stellplatz länger als 24 Stunden besetzt halten (unterer Teil des Bildes). Hierbei dürfte es sich überwiegend um Bewohner handeln, die ihr Fahrzeug während des gesamten Tages nicht bewegen, sondern, wenn sie das Gebiet verlassen, zu Fuß gehen, mit dem Fahrrad fahren oder den ÖPNV benutzen. Der übrige Teil der Bewohner parkt nur nachts, verlässt das Gebiet zwischen 7:00 Uhr und 9:00 Uhr und kehrt zwischen 17:00 Uhr und 20:00 Uhr zurück. Die dadurch tagsüber frei werdenden Stellplätze werden hauptsächlich durch langzeitparkende Beschäftigte besetzt (mittlerer Teil des Bildes). Für Besucher, die tagsüber bis zu 4 Stunden parken, bleibt kein ausreichender Parkraum (oberer Teil). Dies gilt besonders für den abendlichen Freizeitverkehr mit dem Besuch von Gaststätten und kulturellen Veranstaltungen.

Weiteren Aufschluss für die Parksituation geben die Parkzwecke und die aufgesuchten Ziele. Diese Daten wurden wiederum am Beispiel des Stadtbezirks Alt-Schwabing untersucht.

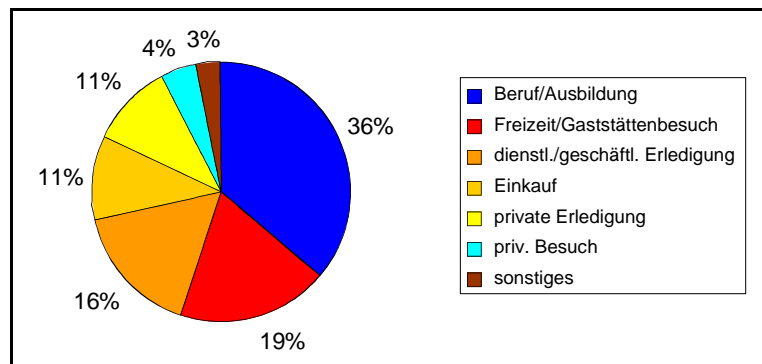


Abb. 6.3-2: Parkzwecke der Nicht-Bewohner in Alt-Schwabing

Die Erhebung der Parkzwecke zeigt, dass ein Schwerpunkt der Parkraumnutzung bei den Beschäftigten liegt. Der Anteil der Besucher mit den Fahrtzwecken Einkaufen und Erledigungen, die für die Wirtschaftskraft des Gebietes von besonderer Bedeutung sind, ist vergleichsweise gering.

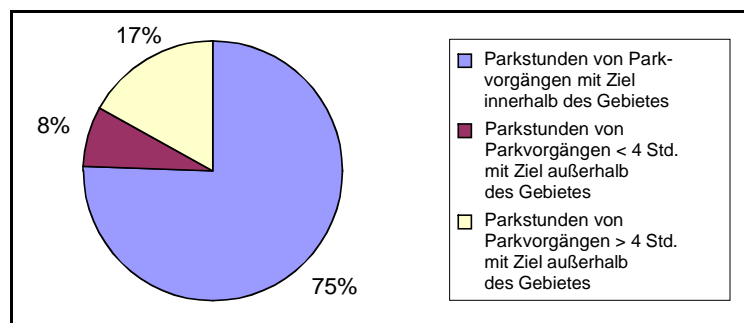


Abb. 6.3-3: Aufgesuchte Ziele in Alt-Schwabing

Die Erhebung der aufgesuchten Ziele zeigt, wie weit der untersuchte Stadtteil als Parkstandort für außerhalb liegende Ziele dient. Dies ist besonders in Gebieten der Fall, die unmittelbar an die Innenstadt grenzen, wie z.B. Lehel.

Da die verschiedenen Stadtbezirke unmittelbar aneinander grenzen, gibt es hinsichtlich der aufgesuchten Ziele Überlappungen, die insbesondere bei Stellplatzmangel auftreten. Wenn der Stellplatzmangel in den Nachbarbezirken noch größer ist, wird man in dem untersuchten Gebiet Parker finden, die Ziele im Nachbarbezirk aufsuchen und eigentlich dort parken müssten. Nach der Realisierung der Parkraumbewirtschaftung zeigt sich umgekehrt (vgl. Kap. 5.6), dass vor allem die langzeitparkenden Beschäftigten auf bisher noch unbewirtschaftete Nachbarbezirke ausweichen und den Parkdruck dort erhöhen. Insofern ist es nicht zulässig, aus einer Abnahme der Langzeitparker auf ihren Übergang auf den ÖPNV zu schließen.

Sofern der Lieferverkehr keine vor Parkvorgängen geschützten Ladezonen findet, ist er bei vollständig ausgelastetem Parkraum zum Halten in zweiter Reihe gezwungen. Dies verursacht Behinderungen für den fließenden Verkehr. Besonders betroffen ist dabei auch oft der ÖPNV. Solche Behinderungen, die sowohl eine quantitative Komponente (Behinderungszeit) als auch eine qualitative Komponente (Behinderungsart) aufweisen, können in erster Annäherung durch Beobachtungen festgestellt werden.

Nachfolgend sind für Alt-Schwabing die wichtigsten Störungsschwerpunkte dargestellt:

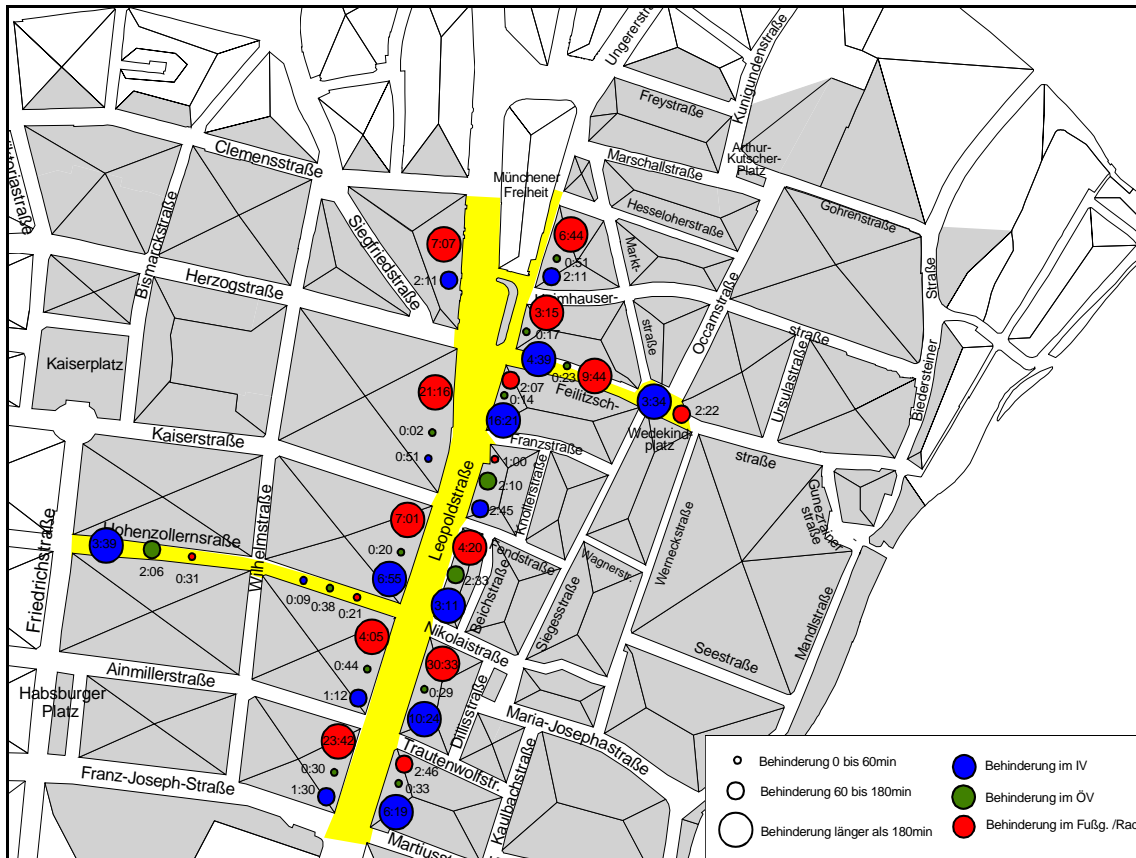


Abb. 6.3-4: Ort und Dauer von Behinderungen durch Ladevorgänge in Alt-Schwabing

6.3.2 Festlegung von Art und Verortung der Parkregeln

Um vorrangig den Stellplatzbedarf der Bewohner und Lieferanten abzudecken, aber auch so weit wie möglich dem Stellplatzbedarf der Besucher gerecht zu werden, erscheinen folgende Parkregeln sinnvoll:

- **Lizenzparken**
Parken dürfen nur die Besitzer einer Parklizenz.
- **Mischparken**
Parken dürfen sowohl die Besitzer einer Parklizenz als auch Nichtbesitzer. Das Parken ist für die Lizenzbesitzer kostenfrei und für die Nichtbesitzer kostenpflichtig.
- **Gebührenpflichtiges Parken**
Die Gebührenpflicht gilt sowohl für die Lizenzbesitzer als auch für die Nichtbesitzer.
- **Ladezonen**
In diesen Zonen ist das Parken generell verboten aber das Halten für Ladevorgänge erlaubt.

Eine Parklizenz erhalten diejenigen Bewohner, die innerhalb des Gebietes ihren ersten Wohnsitz haben und ein auf diesen Wohnsitz zugelassenes Kfz besitzen sowie dort ansässige Geschäftsleute für ihre Geschäftsfahrzeuge (nicht für die Fahrzeuge ihrer Beschäftigten!). Die Erteilung einer Parklizenz wird zusätzlich an die – allerdings schwer zu kontrollierende – Bedingung geknüpft, dass die Betroffenen nicht über einen privaten Stellplatz verfügen. Bei einer solch restriktiven Regelung wird es stets Härtefälle geben, wie z.B. Studenten,

die in dem Gebiet lediglich ihren Zweitwohnsitz haben, von dort aus aber ihrem Studium nachgehen, sowie Beschäftigte, die einen Arbeitsbeginn oder ein Arbeitsende außerhalb der Betriebszeiten des ÖPNV haben und deshalb auf ihr Auto angewiesen sind. Wenn nach Vergabe der Lizenzen an die erstgenannte Gruppe die Stellplatzkapazitäten unter Berücksichtigung des zu erwartenden Besucher- und Lieferverkehrs noch nicht ausgeschöpft sind, können zusätzliche Lizenzen für Härtefälle ausgegeben werden. Nach der neuesten Gesetzgebung dürfen jedoch tagsüber höchstens 50% der Stellplätze für Lizenzbesitzer reserviert werden und nachts höchstens 75%. Die Vergabe von zusätzlichen Lizenzen für Härtefälle erfordert bei der vergebenden Stelle weitergehende Vergabekriterien sowie Fingerspitzengefühl. Um die Lizenzen nicht zu einer generellen Parkerlaubnis werden zu lassen, hat der Gesetzgeber die Lizenzbereiche auf eine Ausdehnung von 1 km begrenzt.

Durch die Regelung des Mischparkens wird erreicht, dass dort neben den lizenzierten Bewohnern und Geschäftsleuten auf dem tagsüber von diesen freigegebenen Parkraum auch Besucher und Lieferanten Stellplätze finden. Um den abends heimkehrenden Bewohnern den benötigten Parkraum zur Verfügung zu stellen und eine zu starke Konkurrenz mit dem abendlichen Freizeitverkehr zu vermeiden, werden ein Teil der Mischparkbereiche ab 17 Uhr in Lizenzparkbereiche umgewandelt und die Lieferzonen ab 18 Uhr für gebührenpflichtiges Parken freigegeben. Damit Langzeitparken nicht vollständig verhindert wird und das Parken von privaten Besuchern auch über Nacht möglich ist, werden die mit der Parkdauer ansteigenden Parkgebühren bei einem bestimmten Betrag gedeckelt.

Die Beschäftigten werden durch die Lizenz- bzw. Gebührenpflicht größtenteils verdrängt. Wenn eine solche Parkregelung flächendeckend erfolgt, können die Beschäftigten nicht mehr auf Nachbargebiete ausweichen, sondern sind gezwungen, den ÖPNV, ggf. in der Form des Park-and-Ride zu benutzen. Ein geringer Teil der Beschäftigten wird unter Zahlung der Gebühren parken, weil diese Beschäftigten z.B. ihr Fahrzeug zu geschäftlichen oder dienstlichen Zwecken an ihrem Arbeitsplatz benötigen oder ausnahmsweise an einzelnen Tagen aus privaten Gründen ihr Auto benutzen.

Entlang von Geschäftsstraßen mit hohem Besucherverkehr gilt – mit Ausnahme der gekennzeichneten Lieferzonen – eine generelle Gebührenpflicht ohne Bevorrechtigung einzelner Gruppen. Auf diese Weise wird verhindert, dass diese Stellplätze in der Nähe von Einrichtungen mit hohem Besucherverkehr tagsüber von Bewohnern besetzt werden. Auf diesen für alle nutzbaren Stellplätzen können auch die abendlichen Gaststättenbesucher – allerdings gebührenpflichtig – Platz finden.

Die Gebührenhöhe sowohl in den Gebieten mit Mischparken als auch in den Gebieten mit gebührenpflichtigem Parken sollte in Abhängigkeit von der Entfernung von der Stadtmitte und vom Problemdruck des ruhenden Verkehrs gestaffelt werden.

Die Zuordnung dieser Parkregeln zu den einzelnen Blockseiten der Straßen muss sich nach der jeweiligen Flächennutzung richten. Maßgebend sind dabei

- Wohnungen,
- Arbeitsstätten,
- Einrichtungen für Einkauf und Erledigungen,
- Gaststätten,
- Kulturelle Einrichtungen.

Die Einhaltung der Parkregeln muss mit hinreichender Intensität überwacht werden. Dies geschieht heute in vielen Fällen durch die kommunale Parküberwachung. Dabei ist darauf zu achten, dass bei der Überwachung keine vorhersehbaren Zeitmuster entstehen und die Überwachungsintensität an das Maß der Übertretungen der Parkregeln angepasst wird.

Die Verteilung dieser Nutzungen zeigt in Alt-Schwabing das nachfolgend skizzierte Bild:

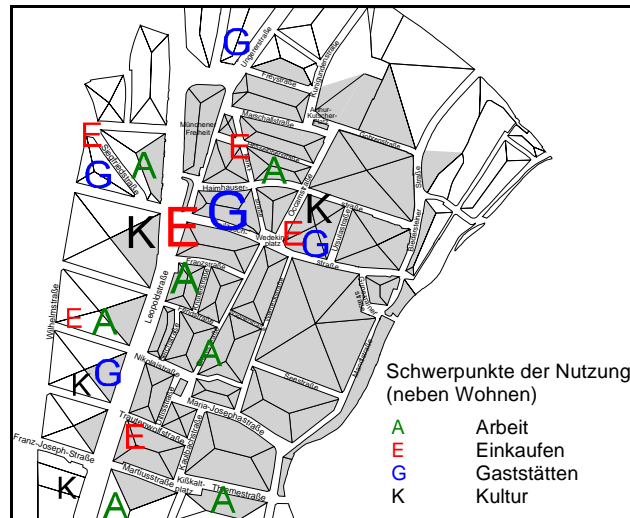


Abb. 6.3-5: Maßgebende Nutzungen

Die Zuordnung dieser Parkregeln zu den einzelnen Blockseiten der Straßen wird derart vorgenommen werden, dass

- sie in etwa der räumlichen Verteilung der Flächennutzung entspricht,
- die Länge des Fußwegs, welche Bewohner und Besucher zwischen Abstellplatz des Fahrzeugs und Wohnung / Ziel zurücklegen müssen, möglichst kurz wird,
- die Auslastung der tagsüber für Besucher frei zugänglichen Stellplätze einen bestimmten Wert nicht überschreitet,
- die Behinderung des fließenden Verkehrs durch Ladevorgänge nicht zu groß wird.

Für das Untersuchungsgebiet Alt-Schwabing wurden die o.g. Parkregeln den Blockseiten folgendermaßen zugeordnet:

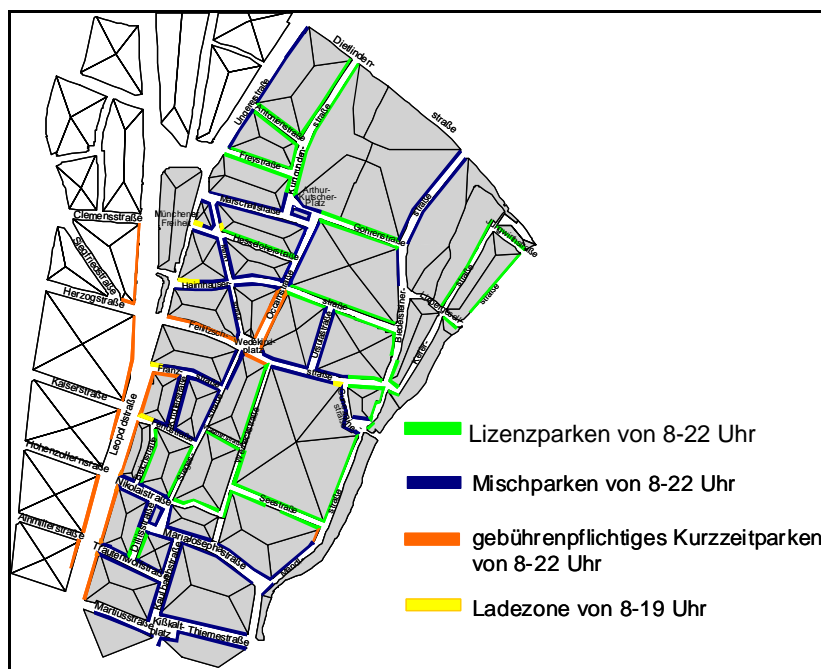


Abb. 6.3-6: Räumliche Zuordnung der Parkregeln in Alt-Schwabing

Das Lizenzparken konzentriert sich auf die von der Hauptverkehrsstraße abgelegenen Wohngebiete. Die Hauptgeschäftsstraßen erhalten gebührenpflichtiges Kurzzeitparken und die übrigen Gebiete Mischparken. Dabei wurden lokale Abweichungen entsprechend der speziellen Nutzung dieser Blockseiten vorgenommen.

In der nachfolgenden Tabelle sind Kennwerte, die für die Zuordnung maßgeblich sind, beispielhaft für einige Blockseiten dargestellt:

Blockseite	Anwohner	Arbeitsstätten	Beschäftigte	Geschäftsflächen [m ²]	Gaststätten	Kfz-Halter privat	Kfz-Halter gewerblich	Einw.-Kfz ohne priv. Stellplatz	Parkregelung *	Anwohner, die an ihrer Blockseite parken können	Anwohner, die auf Nachbarblockseiten verdrängt werden	Anw., die auf weiter als 200m entfernt liegende Blockseiten verdrängt werden	Mittlerer Weg [m]	Anzahl Parkstände 17:00 Uhr für Anwohner	Anzahl Parkstände 10:00 Uhr für Fremdparker
Leopoldstraße 1	31	24	23	330	5	12	15	4	G	0%	100%	0%	76	0	2
Leopoldstraße 2	3	13	18	13099	2	0	7	0	G	-	-	-	-	0	3
Feilitzschstraße 1	59	37	26	414	4	28	16	34	A	50%	12%	38%	137	3	0
Marktstraße 1	60	9	9	137	0	10	0	17	M	48%	52%	0%	111	2	1

* **A** = Anwohnerparken, **M** = Mischparken, **G** = gebührenpflichtiges Parken

Tab. 6.3-1: Kennwerte der Verortung der Komponenten der Parkregelung

Die Länge des mittleren Wegs zwischen dem Stellplatz und dem aufgesuchten Ziel ist eine wichtige Einflußgröße für die Zuordnung der Parkregeln. Aus diesem Grund wurde die Länge des Weges mit Hilfe einer Simulation der Stellplatzwahl und der Stellplatzfreigabe des einzelnen Fahrzeugs abgeschätzt.

Methodisch lehnt sich das Simulationsverfahren an die Modellierung des individuellen Verhaltens an, wie sie auch bei der Ermittlung der Verkehrsnachfrage im fließenden Verkehr verwendet wird. Die Stellplatzbesetzung und die Stellplatzfreigabe durch das einzelne Fahrzeug werden mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation in Abhängigkeit vom Parkzweck, der Ankunftszeit, der gewünschten Park- bzw. Haltedauer, dem aufgesuchten Ziel, den vorhandenen Parkregeln und den zum Zeitpunkt des Eintreffens noch freien Stellplätzen nachvollzogen. Ergebnis sind die Veränderung der Stellplatzauslastung und die durchschnittliche Fußweglänge zwischen dem benutzten Stellplatz sowie dem Ziel der Bewohner, der ortsansässigen Geschäftsleute und der Besucher. Nach Abschluss des Simulationsprozesses werden die ermittelten Kennwerte beurteilt. Sofern unbefriedigende Werte auftreten, muss die Verortung der Komponenten verändert oder - sofern notwendig und möglich - das Angebot in den Parkgaragen erhöht werden.

Um zu hohem Aufwand für die Datenerhebung zu vermeiden, sollte auf eine solche Prognose zunächst verzichtet und die Wirkungsermittlung auf der Grundlage der vor Einführung der Parkregelung vorhandenen Nachfrage durchgeführt werden. Die Veränderung der Nachfrage, die sich durch die Bewirtschaftung ergibt, sollte durch Erhebungen zu einem späteren Zeitpunkt überprüft werden, wenn die Dynamik der Veränderungen abgeklungen ist. Bei größeren Abweichungen zwischen der ursprünglich vorhandenen Stellplatznachfrage und der veränderten Stellplatznachfrage aufgrund der veränderten Parkregelung muss die Verortung im Rahmen eines Rückkoppelungsprozesses korrigiert werden.

Änderungserfordernisse, die sich aus dieser Zusammenstellung der Kennwerte ergeben, sind in der oben dargestellten räumlichen Zuordnung der Parkregeln (Abb. 6.3-6) bereits enthalten.

Die Parkgebühren betragen in Alt-Schwabing 1 €/Std und in den beiden anderen Gebieten 0,5 €/Std jeweils mit einem Maximum von 6 €/Tag. Zum Vergleich: In der Innenstadt liegt sie bei 2,50 €/Std.

Der Bewirtschaftungszeitraum reichte anfangs werktäglich (Montag bis Samstag) von 8:00 bis 22:00 Uhr. Ein früherer Beginn ist nicht notwendig, da vorher keine Konkurrenzsituation besteht. Das Ende wird zu einem Zeitpunkt gewählt, an dem die Konkurrenz zwischen den Bewohnern und den Besuchern wieder relativ gering ist. Inzwischen wurde aufgrund der Erfahrungen der Bewirtschaftungszeitraum auf die Zeitspanne von 9:00 bis 23:00 verändert, da der größte Teil des Einkaufs- und Erledigungsverkehrs erst um 9:00 kommt und ein großer Teil des Freizeitverkehrs länger bleibt.

Die Parkregelung trifft nur denjenigen Teil der Beschäftigten, der auf Stellplätze im Straßenraum angewiesen ist. Beschäftigte, denen private Stellplätze z.B. in eine Tiefgarage ihrer Arbeitsstätte zur Verfügung stehen, sind hiervon nicht betroffen. Verkehrspolitisch ist es jedoch bereits ein Erfolg, wenn zumindest die am Straßenrand parkenden Beschäftigten andere Verkehrsmittel benutzen. Eine Kostenpflicht für das Parken am Straßenrand lässt außerdem die Arbeitgeber den Wert ihrer Stellplätze erkennen. Es ist denkbar, dass sie dann von ihren Beschäftigten ebenfalls Gebühren erheben oder diese Stellplätze für ihre Besucher und Kunden reservieren. Denkbar ist auch, dass die kostenlose Bereitstellung von Stellplätzen durch den Arbeitgeber vom Staat als geldwerter Vorteil versteuert werden muss.

Sofern die Parkraumbewirtschaftung nur auf einzelne Gebiete begrenzt wird, kommt es zu einem Ausweichen der Autofahrer auf benachbarte Gebiete, in denen der Parkdruck dann weiter zunimmt. Ziel des Münchener Parkraummanagements muss es deshalb sein, den Ring der innenstadtnahen Mischgebiete flächendeckend zu bewirtschaften.

Schwerpunkt des Projektes war neben der Entwicklung und wissenschaftlichen Untermauerung eines Konzeptes – ähnliche Konzepte gibt es schon in anderen Städten – auch und insbesondere seine politische Durchsetzung bei den Einwohnern, den Bezirksausschüssen und letztlich im Stadtrat. Dieser innovative Prozess einer gleichzeitigen Einbeziehung der Betroffenen und der zuständigen Politiker in den Planungsablauf erforderte ein hohes Maß an Transparenz in Problemanalyse und Maßnahmenentwurf, eine didaktisch anspruchsvolle Vermittlung der fachlichen Zusammenhänge sowie eine kleinteilige Berücksichtigung der Quartiersbelange.

Nach kontroversen Diskussionen bei der Vorbereitung der Parkraumbewirtschaftung hat die realisierte Parkregelung während der Demonstration überwiegende Zustimmung bei den Einwohnern gefunden.

Die Parkraumbewirtschaftung hat die Parksituation in den Demonstratoren Schwabing und Lehel deutlich verbessert. Sie wird gegenwärtig auf den Stadtbezirk Haidhausen ausgeweitet und soll so bald wie möglich im gesamten Bereich zwischen dem Altstadtring und dem Mittleren Ring eingeführt werden.

Die Erweiterung der Parkraumbewirtschaftung auf andere Gebiete kann auf den Erkenntnissen aus MOBINET aufbauen, so dass der Erhebungsumfang verringert werden kann. Stattdessen muss jedoch ein System des Parkcontrolling aufgebaut werden. Durch ein Frühwarnsystem muss verhindert werden, dass Veränderungen in der Parknachfrage erneut zu Engpässen oder aber umgekehrt zu Leerständen führen und damit die politische Akzeptanz bei der Bevölkerung verloren geht.

6.4 Umsetzung der Maßnahmen

Die Umsetzung der Parkraumbewirtschaftung erfolgte in den Stadtbezirken Alt-Schwabing, Schwabing-West und Lehel. Die Auswahl der Gebiete und die Art der Maßnahmen wurden vom Stadtrat der LH München beschlossen. Vorhergegangen waren Beschlüsse der jeweiligen Bezirksausschüsse.

Die Maßnahmen wurden nach den in Kap. 3 beschriebenen Verfahren entwickelt.

Die Detaillierung und räumliche Zuordnung der Parkregeln geschah in enger Abstimmung mit Bezirksausschüssen des betreffenden Gebietes und den Bewohnern. Hierbei galt es, vor allem ortsspezifische Besonderheiten zu berücksichtigen. Um den Vorstellungen der politischen Vertretung und der Einwohner genügend Raum zu geben, wurden eine Reihe von Gesprächen geführt und Einwohnerversammlungen veranstaltet. Diese Veranstaltungen, die von der Stadtverwaltung und den wissenschaftlichen Beratern einen hohen zeitlichen und persönlichen Einsatz forderten, dienten dazu, die Parkraumbewirtschaftung zu erläutern und für ihre Realisierung zu werben. Dies geschah in drei Stufen:

- Zunächst wurden die Ergebnisse der Problemanalyse erläutert. Ein Konsens zwischen den Planern und den betroffenen Einwohnern ist Voraussetzung, um zu gemeinsam getragenen Lösungen zu gelangen.
- Anschließend wurde, aufbauend auf den Ergebnissen der Problemanalyse, ein generelles Lösungskonzept diskutiert und unter Einbeziehung von Anregungen der Einwohner zur Abstimmung gestellt. Hierfür wurde jeweils eine deutliche Zustimmung erreicht.
- Die räumliche Zuordnung der Parkregeln wurde gemeinsam mit Vertretern der Bezirksausschüsse vorgenommen und erst dann in einer Einwohnerversammlung diskutiert und beschlossen.

Trotz zum Teil heftiger Debatten kamen am Ende nahezu einstimmige positive Beschlüsse zustande. Auch das Presseecho war überwiegend positiv.

Eine Veränderung der Maßnahmen unmittelbar im Anschluss an die Nachher-Erhebung, die rd. 1 Jahr nach Einführung der Parkraumbewirtschaftung stattfand, erwies sich nicht als notwendig.

6.5 Vorher-Nachher-Vergleich

Die maßgeblichen Kriterien zur Beurteilung der Maßnahmenwirkungen sind die Anzahl und die Dauer der Park- bzw. Haltevorgänge sowie die dazugehörigen Parkzwecke.

Die Veränderung dieser Kenngrößen der Stellplatznachfrage hängt u.a. von folgenden Einflussgrößen ab: Stadtgröße, Qualität des ÖPNV, Lage des betroffenen Gebietes innerhalb der Stadt, Nutzungsdichte und Nutzungsmischung innerhalb des Gebiets, Art der Parkraumbewirtschaftung.

Für den Zusammenhang zwischen diesen Einflussgrößen und der Parknachfrage sind quantitative Zusammenhänge noch nicht ausreichend bekannt. Aus diesem Grund lässt sich die Veränderung der Parknachfrage nicht ohne weiteres prognostizieren. Sie muss vielmehr empirisch, d.h. durch Nachheruntersuchungen festgestellt werden. Erst aus der Vielzahl solcher Untersuchungen lassen sich später ggf. Gesetzmäßigkeiten ableiten.

Die Wirkung der Parkraumbewirtschaftung ist deutlich erkennbar, wenn die Auslastung der Stellplätze und die tageszeitliche Verteilung der Parkdauern vor und nach der Realisierung der Maßnahmen (rd. 1 Jahr später) miteinander verglichen werden:

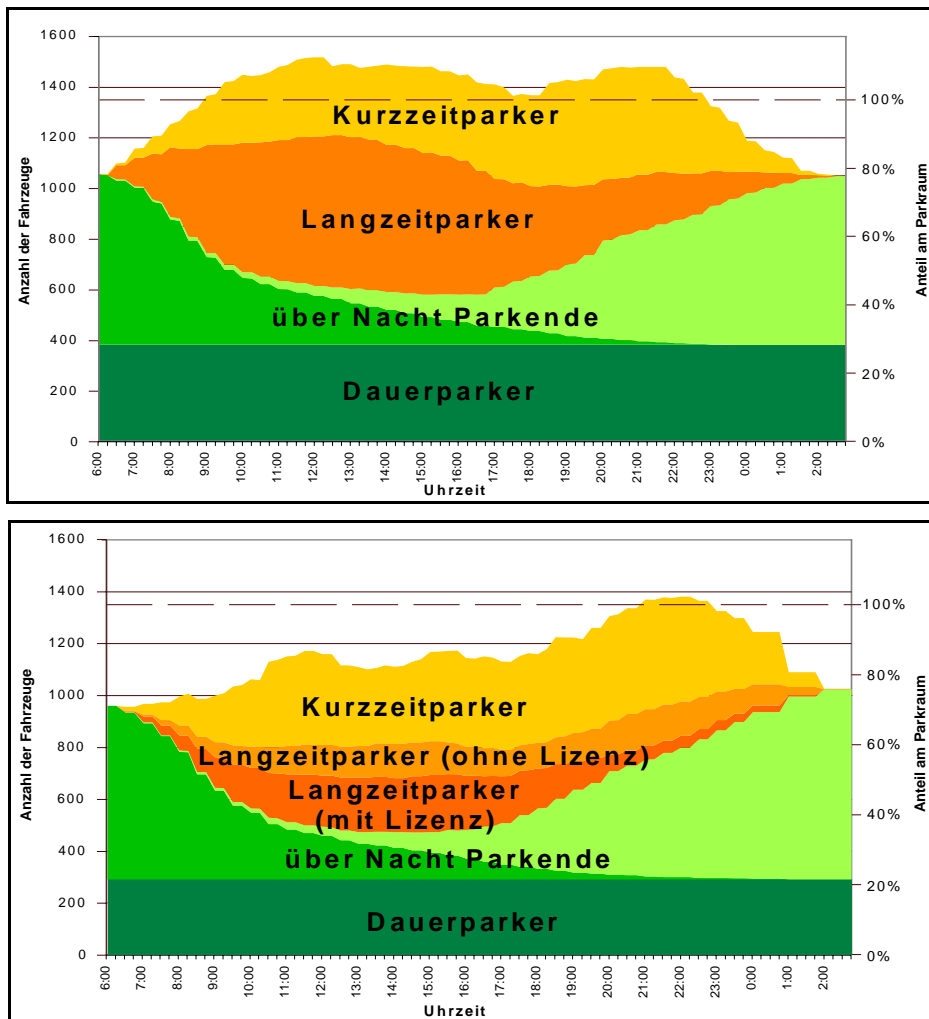


Abb. 6.5-1: Auslastung der Stellplätze vor und nach Realisierung der Maßnahmen

Das vorrangige Ziel einer Zurückdrängung der Langzeitparker (Parkdauer zwischen 4 und 15 Stunden) wurde in befriedigendem Umfang erreicht. Die Anzahl der Langzeitparker ist von 855 Parkvorgängen/Tag auf 578 Parkvorgänge/Tag (= 67%) zurückgegangen. Bei der Parküberwachung wurde allerdings noch eine verhältnismäßig große Anzahl an Regelverstößen der Langzeitparker festgestellt, so dass der Anteil der Langzeitparker bei einer konsequenten Durchführung der Parkraumüberwachung noch weiter abnehmen dürfte. Da es sich bei der Parkraumbewirtschaftung im vorliegenden Fall nur um ein räumlich begrenztes Pilotprojekt handelt, weicht ein Teil der verdrängten Langzeitparker auf Nachbargebiete aus. Zur Abwehr dieser „fremden“ Langzeitparker fordern die dortigen Bewohner, möglichst bald in die Parkraumbewirtschaftung mit einbezogen zu werden. Dies kommt der Planung zugute, denn es fördert eine zügige Erweiterung der Parkraumbewirtschaftung auf die Gesamtheit der innenstadtnahen Mischgebiete.

Auch der Rückgang der Dauerparker (Parken während des gesamten Tages) von 384 Parkvorgängen/Tag auf 290 Parkvorgänge/Tag (= 75%) ist beachtlich. Ursache hierfür dürfte die restriktive Vergabe der Parklizenzen (nur an Anwohner mit gemeldetem Wohnsitz und gemeldetem Pkw) sowie der Fortfall des Dauerparkens von Gebietsfremden sein.

Die Anzahl der Bewohner, die in dem Gebiet nachts parken und das Gebiet tagsüber verlassen, ist in etwa gleich groß geblieben. Der Anteil der Kurzzeitparker war nach 4 Monaten von 4.198 Parkvorgängen/Tag auf 3.526 Parkvorgänge/Tag zurückgegangen und ist nach Ablauf eines Jahres wieder auf 4.106 Parkvorgänge/Tag angestiegen. Er hat damit den ursprüngli-

chen Stand wieder erreicht. Die zunächst aufgetretene Abnahme war Folge der Gebührenpflicht. Hier ist es zu einem Anpassungsprozess gekommen, nachdem die Besucher gemerkt haben, dass sie in dem Gebiet bei kurzen Besuchen ohne weiteres parken können und die Scheu vor Parkgebühren durch Gewöhnung abgenommen hat. Mit diesen Zahlen wird auch das oft anzutreffende Argument widerlegt, dass eine Zurückdrängung von Langzeitparkern zu einer Erhöhung der Kurzzeitparker und damit zu einer Erhöhung der Parkwechselforgänge führt.

Die Auslastung von 85 bis 90% tagsüber entspricht der Zielsetzung. Damit sind stets freie Stellplätze verfügbar, ohne dass größere Leerstände verursacht werden. Die abendliche Spitze der Kurzzeitparker resultiert vorwiegend aus Gaststättenbesuchern und hat sich kaum verändert. Die Auslastung steigt allerdings nicht mehr über 100% (verursacht durch Falschparken) wie vor Einführung der Parkbewirtschaftung.

Die Veränderung der Stellplatznachfrage hat sich auch in einer Verschiebung zwischen den Parkzwecken niedergeschlagen:

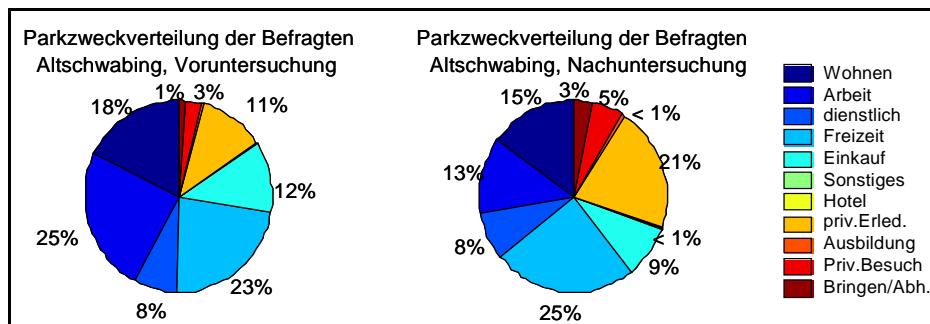


Abb. 6.5-2: Veränderung der Parkzwecke

Beim Vergleich der Parkzwecke fällt vor allem der erhebliche Rückgang des Parkzwecks Arbeit von 25% auf 13% ins Auge, während sich der Anteil der privaten Erledigungen von 11% auf 21% nahezu verdoppelt (der Rückgang beim Einkauf dürfte beeinflusst sein durch eine unscharfe Abgrenzung zwischen den Parkzwecken Einkauf und private Erledigung). Diese Daten bestätigen, dass das Ziel der Zurückdrängung der Langzeitparker zugunsten der Bewohner und der Wirtschaft erreicht wurde.

Ein wichtiger Indikator für die Zugänglichkeit eines Gebietes ist die Anzahl der für die einzelnen Nutzergruppen verfügbaren freien Stellplätze:

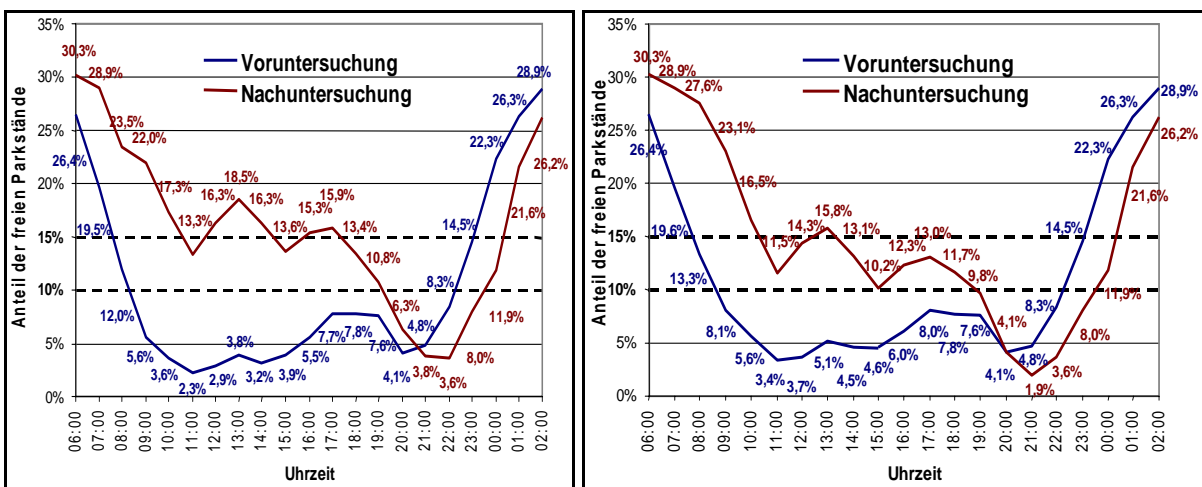


Abb. 6.5-3: Anteil der freien Stellplätze für die Bewohner (links) und die Besucher (rechts)

Die Vergleiche zeigen, dass sich die Zugänglichkeit des Stadtbezirks Alt-Schwabing tagsüber erheblich verbessert hat. Problematisch bleibt die Zugänglichkeit am Abend, wenn die heimkehrenden Bewohner und Gewerbetreibenden mit den Gaststättenbesuchern zusammentreffen. Dieses Problem kann nur gelöst werden, wenn am späten Nachmittag ein größerer Teil der Stellplätze mit Mischparkregelung in Stellplätze mit Lizenzregelung umgewandelt wird, und damit die Möglichkeit stärker ausgeschöpft wird, nachts bis zu 75% der Stellplätze für Lizenzinhaber zu reservieren.

Die Anzahl der freien Stellplätze korrespondiert mit der Parksuchdauer. Da es problematisch ist, die Parksuchdauer zu messen und der objektive Wert auch geringere Bedeutung hat als das subjektive Empfinden, wurden die Parker im Straßenraum nach ihrer Einschätzung der Veränderung der Parksuchdauer gefragt. Die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

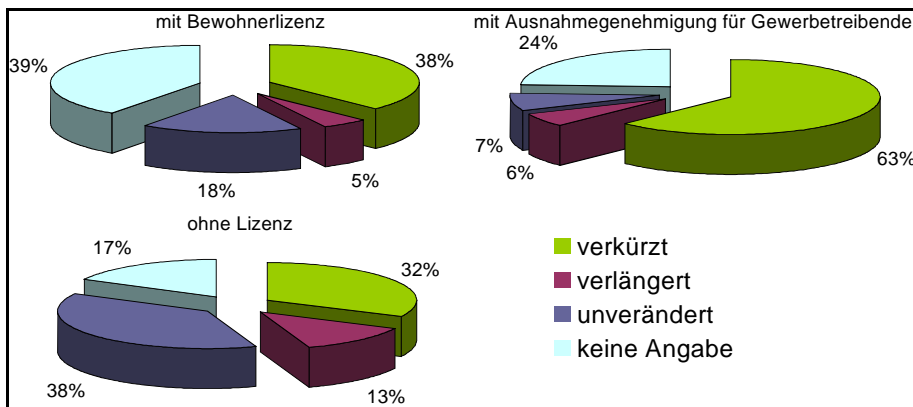


Abb. 6.5-4: Veränderung der empfundenen Parksuchdauer

Diese Einschätzung lässt auf Zufriedenheit mit der Parkraumbewirtschaftung schließen und zeigt, dass der Parksuchverkehr abgenommen hat.

Damit wirkt sich die Parkraumbewirtschaftung vor allem positiv auf die ortsansässige Wirtschaft aus. Sie steigert die Parkmöglichkeiten für die Besucher, die das Gebiet zum Einkaufen, zum Gaststättenbesuch und für privaten Erledigungen aufsuchen, und schafft mehr Raum für den Lieferverkehr. Eine stichprobenartige Befragung bei den Gewerbetreibenden bestätigt diese Interpretation. Die Gewerbetreibenden äußern sich durchweg zufrieden über die Parkraumbewirtschaftung und sehen sie als vorteilhaft an.

Bei der Befragung der Gewerbetreibenden wurde auch versucht, Veränderungen in der Verkehrsmittelwahl der Beschäftigten herauszufinden. Dies ist insofern misslungen, als die Antworten überwiegend von den Geschäftsinhabern selber gegeben wurden und lediglich deren persönliches Verkehrsverhalten widerspiegeln: Insgesamt hat sich die Verkehrsmittelbenutzung zugunsten des Pkw verschoben. Von der Parkraumbewirtschaftung geht bisher kein Zwang zur ÖPNV-Benutzung aus, weil angesichts der geringen Größe der Bewirtschaftungsgebiete ohne größere Schwierigkeiten auf die unbewirtschafteten Nachbargebiete ausgewichen werden kann. Außerdem gibt die Lizenz für die Gewerbetreibenden die Möglichkeit, sie statt für Geschäftsfahrzeuge für das persönliche Pendeln des Geschäftsführers zwischen Wohnung und Arbeitsplatz zu nutzen. Teilweise wird die Lizenz auch an Mitarbeiter weitergegeben. Eine stärkere ÖPNV-Benutzung wird sich erst einstellen, wenn die Vergabekriterien verschärft werden und auch die Nachbarbezirke bewirtschaftet sind.

Der sichtbare Erfolg der Parkraumbewirtschaftung und die Zustimmung des überwiegenden Teils der betroffenen Bevölkerung veranlasste den Stadtrat, die Parkraumbewirtschaftung in den drei MOBINET-Gebieten beizubehalten und sie auf weitere Gebiete auszudehnen. Das erste zusätzliche Gebiet ist der Stadtbezirk Haidhausen.

6.6 Überwachung der Funktionsfähigkeit der Parkregelung

Da exakte Prognosen der Parknachfrage und des Parkverhaltens nur bedingt möglich sind und sich sowohl die Nutzungsstruktur und das Stellplatzangebot innerhalb des Gebietes als auch die Verkehrssituation innerhalb der gesamten Stadt im Laufe der Zeit ändern können, erscheint es unumgänglich, die Funktionsfähigkeit der Parkregelung regelmäßig zu überprüfen und die Parkregelung ggf. zu verändern. Wenn sich die Situation in der Weise verändert, dass der Parkraum entweder wieder überlastet ist oder größere Leerstände entstehen, kommt bei den Betroffenen leicht Unzufriedenheit auf, die dazu führen kann, dass die Parkraumbewirtschaftung politisch scheitert. Aus diesen Gründen wird es für notwendig erachtet, ein Controlling-System aufzubauen. Dabei muss der Aufwand so gering wie möglich gehalten werden, denn weder bei der Überwachung der Funktionsfähigkeit einer vorhandenen Parkraumbewirtschaftung noch bei einer Ausweitung auf weitere Stadtgebiete können Untersuchungen in der Intensität durchgeführt werden, wie dies im Rahmen eines Forschungsprojektes wie MOBINET möglich ist.

Ein erster Hinweis auf Unzuträglichkeiten ergibt sich, wenn die Politessen bei ihren Kontrollgängen blockseiten- und tageszeitbezogen die Anzahl der freien Stellplätze oder ein mögliches aus einer Überlastung resultierendes irreguläres Parken notieren. Der nächste Schritt sind dann Erhebungen, die in unterschiedlichen Intensitäten erfolgen können: Kleine Stichprobe mit einer Erfassung der Kfz-Kennzeichen an ausgewählten Blockseiten und zu ausgewählten Tageszeiten, mittlere Stichprobe mit Kfz-Erfassungen an ausgewählten Blockseiten ganztags und große Stichprobe – wie bei der dargestellten Untersuchung – über das gesamte Gebiet und einen gesamten Tag. Die kleine und die mittlere Stichprobe können mit Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt oder anderen verfügbaren Daten wie z.B. Ganglinien hochgerechnet werden.

Bearbeiter

Dressler-Randl, Claudia, Dipl.-Ing. (FH), BMW-Group

Kirchhoff, Peter, Prof. Dr.-Ing.,

Höhnberg, Gunther, Dr.-Ing.,

Grötsch, Melanie, Dipl.-Ing.,

Oneseit, Dörte, M.A.,

Geck, Peter,

} Lehrstuhl für Verkehrs- u. Stadtplanung,
Technische Universität München

Referat für Stadtplanung und Bauordnung der LHM

Kreisverwaltungsreferat der LHM

Veröffentlichungen

HÖHNBERG, G.: Parkraumbewirtschaftung in innenstadtnahen Mischgebieten, Veröffentlichungen des Lehrstuhls für Verkehrs- und Stadtplanung der Technischen Universität München, Heft 16, 2002.

Interne Berichte

Lehrstuhl für Verkehrstechnik, TU München: Befragung der Gewerbebetriebe und deren Mitarbeiter/innen in Schwabing und in Lehel.

Lehrstuhl für Verkehrstechnik, TU München: Datenauswertung der Nacherhebungen in den Münchener Stadtteilen Altschwabing, Schwabing-Mitte und Lehel, Abschlussbericht, 2 Bände, Juli, 2003.

7 Zusammenfassende Wirkungsanalyse

7.1 Grundsätzliche Vorgehensweise

In den Kapiteln 1 bis 6 wurden die einzelnen Themen des Arbeitsbereichs A erläutert und die Maßnahmenwirkungen analysiert. Die in diesen Arbeitspaketen entwickelten Maßnahmen weisen über die Thematik des jeweiligen Arbeitspaketes hinaus Wechselwirkungen auf. Dabei können sich die Einzelwirkungen gegenseitig verstärken oder auch abschwächen:

- Die Verbesserung der Pünktlichkeit der S-Bahn durch das Störfallmanagement ist Voraussetzung dafür, dass Bus-Zubringer sowie B+R und P+R angenommen werden und die dortigen Verbesserungen überhaupt Wirkung zeigen. Nur durch eine solche grundlegende Verbundwirkung lässt sich der ÖPNV-Anteil am Gesamtverkehr steigern.
- Die Verbesserung des Buszubringerverkehrs wird beim Zugang zur S-Bahn Verkehrsteilnehmer von B+R und P+R abziehen und umgekehrt.
- Die Parkraumbewirtschaftung in den innenstadtnahen Mischgebieten ist politisch nur vertretbar, wenn den betroffenen Verkehrsteilnehmern eine akzeptable Alternative zur Pkw-Nutzung angeboten wird: es müssen generell gute Zugangsmöglichkeiten zu den SPNV-Systemen sowie insbesondere im Umland eine ausreichende Attraktivität der S-Bahn gewährleistet werden.

Wegen dieser Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen der einzelnen Arbeitspakete darf sich die Realisierung der MOBINET-A-Ergebnisse nicht auf einzelne Maßnahmen beschränken, sondern muss die Gesamtheit der Maßnahmen umfassen.

Aufgabe der hier dargestellten zusammenfassenden Wirkungsanalyse ist es, unter Berücksichtigung der genannten Wechselwirkungen die Wirkungen der Gesamtheit der Maßnahmen aufzuzeigen.

Bei den arbeitspaketbezogenen Einzel-Wirkungsanalysen konnte davon ausgegangen werden, dass noch keine gegenseitigen Beeinflussungen aufgetreten sind, denn die Demonstration der Einzelmaßnahmen erfolgte in enger räumlicher Abgrenzung der Einsatzgebiete und weitem räumlichen Abstand sowie teilweise auch zeitlich nacheinander. Diese Einzelwirkungen konnten in Form einer Vorher-Nachher-Untersuchung gemessen werden. Um die Gesamtwirkungen messen zu können, müssten die Gebiete der Demonstratoren so ausgeweitet werden, dass sich die Maßnahmen aller Arbeitspakete räumlich überdecken und alle Demonstratoren müssten gleichzeitig laufen. Ebenso müsste abgewartet werden, bis sich die Einzelmaßnahmen voll entfaltet haben und die gegenseitige Beeinflussung voll wirksam geworden ist. Eine solche Zusammenführung der Einzelmaßnahmen und die Messung ihrer Gesamtwirkung ist nur mittelfristig möglich. Wenn jedoch mit dem Abschluss des Forschungsprojektes bereits ein Anhalt über dessen Wirkungen gewonnen werden soll, sind Wirkungsprognosen auf der Grundlage der Maßnahmenplanung erforderlich. Sie sind hier auf das Zusammenwirken der Arbeitspakete des Arbeitsbereichs A beschränkt. Die Abschätzung der Wirkungen von MOBINET insgesamt ist Gegenstand der Untersuchungen im Arbeitsbereich Q.

Wirkungsprognosen sind erst möglich, nachdem die Maßnahmen festgelegt worden sind und die Kenngrößen der Maßnahmen bestimmbar werden. Eine Wirkungsprognose, die lediglich auf Kenngrößen der Maßnahmen beruht und das Verhalten der Verkehrsteilnehmer nur mittels Parameter einbezieht, ist mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Deshalb und um schon während des Maßnahmenentwurfs Hinweise auf die zu erwartenden Gesamtwirkungen der Maßnahmen zu bekommen, wurde eine Abschätzung des Maßnahmenpotenzials auf der Grundlage einer stichprobenartigen Befragung der Bevölkerung über ihr Verkehrsverhalten und ihre maßnahmenübergreifende, relative Beurteilung der ins Aussicht genommenen MOBINET-A-Demonstratoren durchgeführt.

Die Prognose der Wirkungen, die sich auf die Maßnahmen im Arbeitsbereich A insgesamt beziehen, erfolgt auf der Grundlage von Szenarien. Dabei wurden in Abstimmung mit den anderen Arbeitsbereichen von MOBINET innerhalb des Arbeitsbereichs Q (zusammenfassende Wirkungsanalyse über alle Arbeitsbereiche) ein kurzfristiger Zeithorizont (Szenario „Geringerer Umfang“ für die „Nähere Zukunft“) und ein mittelfristiger Zeithorizont (Szenario „Größerer Umfang“ als „Vision“) gewählt. Auf Wunsch der externen Evaluation der Leitprojekte wurden diesen Zeithorizonten die Jahre 2005 bzw. 2010 zugeordnet. Für diese wurden, ausgehend vom Analysezustand 2000, Prognose-Verkehrsbeziehungsmatrizen berechnet.

Zu diesen Zeithorizonten wurden jeweils ein Ohne-Fall und ein Mit-Fall miteinander verglichen. Die Ohne-Fälle beinhalten ausgehend vom heutigen Zustand alle Maßnahmen, die bis zu dem jeweiligen Zeitpunkt ohne MOBINET-A-Maßnahmen voraussichtlich realisiert worden sind. Dies sind Maßnahmen der Flächennutzungs- und Verkehrsinfrastruktur, die sich in einem fortgeschrittenen Stadium der Planung befinden und deren Realisierung in absehbarer Zeit zu erwarten ist. Bei den Mit-Fällen kommen zu diesen Maßnahmen jeweils die entsprechenden MOBINET-A-Maßnahmen hinzu. Für das Szenario „Nähere Zukunft“ wird davon ausgegangen, dass die im Rahmen von MOBINET entworfenen und dort größtenteils bereits demonstrierten Maßnahmen einschließlich einiger Ergänzungen realisiert worden sind und ihre volle Wirksamkeit entfaltet haben.

Für das Szenario „Vision“ wird angenommen, dass die MOBINET-A-Maßnahmen eine Ausweitung auf die gesamte Region München erfahren haben und im Zusammenhang wirken, auch wenn diese Annahme zumindest teilweise Spekulation ist. Dabei wurden für dieses Szenario zwar die Verkehrsbeziehungen aufgrund der Flächennutzungsentwicklung fortgeschrieben, dabei aber keine weiteren Veränderungen der Verkehrsinfrastruktur gegenüber dem Zustand „Nähere Zukunft“ berücksichtigt.

7.2 Szenarien der MOBINET-A-Maßnahmen

AP 1: Störfallmanagement bei der S-Bahn

- „Nähere Zukunft“: Noch keine Einführung eines Störfallmanagements (eine Teillösung auf einzelnen Linien ist sachlich nicht möglich), allerdings Verbesserung der Fahrgastinformation über Störungen.
- „Vision“: Realisierung des Störfallmanagements auf dem gesamten S-Bahn-Netz.

AP 2: Stadt-Umland-Bahn

- „Nähere Zukunft“: Realisierung der Linie 1 (Dachau – Nordring – Messe München),
- „Vision“: Realisierung des gesamten, in MOBINET als „machbar“ eingestuftes Netzes (Linien 1 bis 4).

AP 3: Buszubringer zum regionalen Schienenverkehr

- „Nähere Zukunft“: Begrenzung auf den Landkreis Erding,
- „Vision“: Ausdehnung des Systems der Flexiblen Betriebsweisen auf alle Landkreise.

AP 4: Bike-and-Ride

- „Nähere Zukunft“: Zusätzliche Inbetriebnahme der Fahrrad-Parkhäuser am Bahnhof Pasing und am neuen U-Bahnhof Olympiaeinkaufszentrum,
- „Vision“: Aufwertung weiterer Fahrrad-Parkanlagen entlang der Stammstrecke (3.000 Abstellplätze), an U-Bahn-Endhaltestellen (1.400 Abstellplätze) und an den S-Bahn-Außenästen (15.000 Abstellplätze).

AP 5: Park-and-Ride

- „Nähere Zukunft“: Keine umfassende Standortoptimierung der Anlagen im MVV-Gebiet; Ausweitung der Entgelterhebung auf alle Münchener P+R-Anlagen,
- „Vision“: Standortoptimierung innerhalb des gesamten MVV-Gebiets mit einem Angebot, das die Regelauslastung von 80-90 % nicht überschreitet; Entgelterhebung auf allen P+R-Anlagen des MVV-Gebiets.

AP 6: Parkraummanagement

- „Nähere Zukunft“: Erweiterung der Parkraumbewirtschaftung der bisherigen Demonstrationsgebiete auf den gesamten Stadtbezirk Lehel und den Stadtbezirk Au - Haidhausen,
- „Vision“: Flächendeckende Parkraumbewirtschaftung innerhalb des gesamten Mittleren Rings.

7.3 Verfahren der Wirkungsanalyse

7.3.1 Potenzialabschätzung

Für die Potenzialabschätzung wurden zufällig ausgewählte Verkehrsteilnehmer einer Telefonbefragung (CATI) unterzogen.

Die Befragung erfolgte in zwei Stufen:

- Zunächst wurde eine flächendeckende Basis-Stichprobe von rd. 2.500 Personen entsprechend 1,3 Promille der Bevölkerung im gesamten Untersuchungsgebiet gezogen. Diese Personen wurden nach ihrem Pendlerverhalten befragt. Die Ergebnisse der Basisbefragung dienten der Hochrechnung und Gewichtung der anschließenden Zielgruppenbefragung.
- Die Zielgruppenbefragung zur Beurteilung der vorgesehenen Maßnahmen wurde bei rd. 2.200 Personen durchgeführt. Die Personen entstammen 8 Clustern des Untersuchungsgebietes, die jeweils nach den Kriterien unterschiedlicher Nähe zum ÖPNV und unterschiedlicher Qualität des ÖPNV ausgewählt wurden.

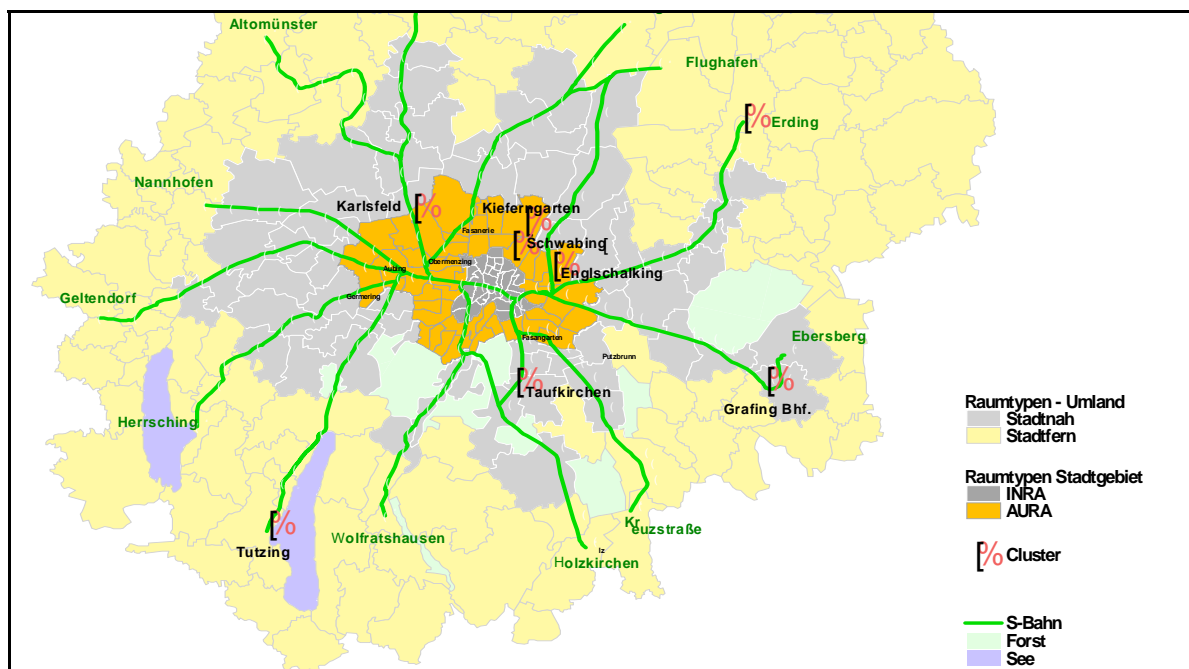


Abb. 7.3-1: Verteilung der Cluster der Zielgruppen-Befragung im Untersuchungsraum

7.3.2 Modalsplit-Prognose

Die Wirkungsprognose geht in Abstimmung mit den anderen MOBINET-Arbeitsbereichen im Arbeitsbereich Q von folgenden Annahmen aus:

- Die MOBINET-A-Maßnahmen führen nicht zu einem veränderten Verkehrsaufkommen.
Es wird unterstellt, dass trotz verbessertem ÖPNV kein neuer Verkehr entsteht („induziert“ wird). Das Verkehrsaufkommen verändert sich als Folge von Veränderungen von Lebensweise und Wirtschaftsstruktur (z.B. Zunahme der Fahrten für Telekommunikations-Dienstleistungen und Abnahme durch partielle Telearbeit). Diese Prozesse werden nicht durch die MOBINET-A-Maßnahmen ausgelöst, sondern haben andere Ursachen.
- Die Zielwahl der Verkehrsteilnehmer wird sich nicht verändern.
Angesichts des kurzen Prognosezeitraums und des überwiegenden Anteils des Berufs- / Ausbildungsverkehrs werden die Veränderungen der Zielwahl so gering sein, dass sie vernachlässigt werden können. So dürfte angesichts der gegenwärtigen Arbeitsmarktlage kaum jemand seinen Arbeitsplatz wechseln, weil der Parkraum in der Nähe seiner Arbeitsstätte bewirtschaftet wird. Lediglich bezüglich der Stadt-Umland-Bahn ist die Annahme einer gleichbleibenden Zielwahl problematisch, denn das vollständige Liniennetz wird erst realisiert werden können, wenn die stärkere Besiedlung des kernstadtnahen Umlandes durch Wohnbevölkerung und Gewerbe schon im Gang ist (Szenario „Vision“).

Unter diesen Annahmen reduziert sich die Wirkungsanalyse in diesem Arbeitspaket auf die Prognose der Änderungen der Verkehrsmittelwahl. Eine Weiterführung der Wirkungsanalyse bis hin zu einer Nutzen-Kosten-Analyse wie sie beispielsweise in der „Standardisierten Bewertung“ vorgesehen ist, kann hier im Detail nicht durchgeführt werden, auch wenn Nutzen-Kosten-Betrachtungen für die Diskussion im politischen Raum oft gewünscht werden und in der MOBINET Gesamtbewertung im Arbeitsbereichs Q aufgrund der Vorgaben der Externen Evaluation der Leitprojekte vorgesehen sind. Die MOBINET-A-Maßnahmen mit allen planungsrelevanten Details konnten im Rahmen dieses Forschungsprojektes nicht soweit konkretisiert werden, dass daraus genügend genaue Kostenschätzungen hätten abgeleitet werden können (z.B. wie groß sind die Einnahmen aus der Parkraumbewirtschaftung und –überwachung, die dem Aufwand für die Parkscheinautomaten gegenüber zu stellen sind?). Noch problematischer ist die Monetarisierung der Nutzen (z.B. wie groß ist der Geldwert des volkswirtschaftlichen Nutzens der Störungsbeseitigung bei der S-Bahn und der Parkraumbewirtschaftung?). Nicht zuletzt aus diesen Erwägungen wurde daher in der dieser Wirkungsanalyse A7 auf die Darstellung von Nutzen- / Kosten-Betrachtungen verzichtet.

Ein eingeführtes Verfahren zur Vorhersage von Modalsplit-Änderungen ist das der „Standardisierten Bewertung für Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs (Version 2000)“. Dieses Verfahren wird hier benutzt, u.a. um eine Vergleichbarkeit mit anderen Planungsaktivitäten der Stadt sicher zu stellen. Auch wenn man über die Abbildungsgenauigkeit derartiger Modalsplit-Modelle unterschiedlicher Ansicht sein kann (z.B. Berücksichtigung der Wirkungen der Parkraumbewirtschaftung in Form von Reisezeitäquivalenten), war es nicht möglich und sinnvoll, im Rahmen von MOBINET ein weitergehendes Verfahren zu entwickeln. Um der Wirksamkeit von P+R und B+R besser Rechnung zu tragen, wurden zusätzliche virtuelle Reisezeitäquivalente eingeführt.

Für die allgemeine, d.h. von den MOBINET-A-Maßnahmen unabhängige Entwicklung liegen verkehrsmittelspezifische und fahrtzweckspezifische Matrizen vor, die von der Fa. INTRAPLAN im Auftrag der Stadt München für das Jahr 2000 entwickelt worden sind. Diese Matrizen wurden von der Fa. SSP für die Szenarien „nähere Zukunft“ und „Vision“ (d.h. etwa auf die Jahreshorizonte 2005 und 2010) hochgerechnet. Sie sind Ausgangsgröße für die Wirkungsprognose der MOBINET-A-Maßnahmen.

Der Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung hat von den Fa. INTRAPLAN und SSP die Matrizen in der Dimension 1061*1061 Verkehrszellen sowie die dazugehörigen Eingangsda-

ten übernommen und sie nach einigen sachlich notwendigen Modifikationen in ein Geo-Informationssystem (ArcView 3.1) eingespeist.

Im Mittelpunkt der Berechnung stehen die Widerstände zur Überwindung der räumlichen Trennung, die sich bei der Benutzung der verschiedenen Verkehrsmittel auf der Fahrt von der Quelle zum Ziel ergeben. Sie werden verbindungsbezogen und verkehrsmittelbezogen berechnet und setzen sich zusammen aus gewichteten Reisezeitäquivalenten, bei denen zwischen Systemverfügbarkeit (Fahrtenhäufigkeit, Regelmäßigkeit der Verbindungen), Systemkomfort (z.B. Schienenverkehrsverbindung, Fahrkomfort) und Routenwiderstand (Länge des An- und Abmarschwwegs zur Haltestelle/zum Parkplatz, Fahrtdauer, Parkplatzverfügbarkeit am Ziel) unterschieden wird.

Während die Veränderungen im ÖPNV-Bereich für alle Nutzergruppen gleichermaßen relevant sein dürften, bestehen bei der Parkraumbewirtschaftung Unterschiede: Für Berufs- und Ausbildungspendler handelt es sich wegen der längeren Parkdauer und der damit verbundenen höheren Parkentgelte um Restriktionen. Für die Bewohner, die ortsansässigen Geschäftsleute, die Besucher und den Wirtschaftsverkehr bringt die Parkraumbewirtschaftung dagegen den Vorteil einer größeren Verfügbarkeit von Stellplätzen. Das Modalsplit-Verfahren der „Standardisierten Bewertung“ geht von einer gleichen Parkplatzverfügbarkeit für alle Nutzergruppen aus. Der dabei entstehende Fehler kann in Kauf genommen werden, da sich die Wirkungsanalyse wegen der überwiegenden Fahrtzweckanteile auf den Berufs- und Ausbildungsverkehr und den ÖPNV-Netzstatus der HVZ konzentriert.

Die Strecken- und Reisezeitinformationen werden mit dem Routensuch- und Umlegungsprogramm WWAHL weiterverarbeitet. In einem für die hier vorliegenden Betrachtungszwecke speziell detaillierten ÖPNV-Netz mit rd. 65.000 Richtungskanten werden für sämtliche Beziehungen der Verkehrsmatrizen ÖPNV-Routen aufgrund von Reisezeitäquivalenten ermittelt und die einzelnen Teilwege mit den Informationen über Umsteigevorgänge, Umsteigedauer, Teilwegkomfort und Teilweglänge dargestellt. Mit Hilfe des Berechnungsprogramms MATLAB werden schließlich für jede Verkehrsbeziehung die gewichteten Äquivalente der Gesamtreisezeit berechnet und in die Formel der „Standardisierten Bewertung“ eingefügt:

Modalsplit-Änderung:

$$\Delta a_{ij,\text{ÖV}} = \frac{1}{1,1 + e^{g_1 + g_2 \cdot \frac{W_{ij,IV}(m)}{W_{ij,\text{ÖV}}(m)}}} - \frac{1}{1,1 + e^{g_1 + g_2 \cdot \frac{W_{ij,IV}(o)}{W_{ij,\text{ÖV}}(o)}}}$$

$W_{ij,vm}$ Widerstand auf der Strecke $i \rightarrow j$ mit Verkehrsmittel V_m ,
(m) Mit-Fall,
(o) Ohne-Fall,
g Gewicht (Parameter)

Abb. 7.3-2: Berechnung der Modalsplit-Änderungen

Eine Beeinflussung dieser Größen durch Maßnahmen der anderen Arbeitsbereiche wird als gering angesehen und nicht berücksichtigt. Auf eine Differenzierung nach Nutzergruppen wird verzichtet, weil die Ermittlung der dafür erforderlichen Widerstände zu komplex ist.

7.4 Ergebnisse

7.4.1 Potenzialabschätzung

Es muss davon ausgegangen werden, dass Aussagen von Befragten bezüglich ihrer (vermutlichen) Reaktion auf neue Situationen der Verkehrsmittelwahl („Was würden Sie tun, wenn...“) mit gewissen Vorbehalten bezüglich der tatsächlichen Umsetzung in der späteren realen Situation zu sehen sind. Außerdem beschränkt der verhältnismäßig geringe Stichprobenumfang die Aussagekraft, wenn weiter nach Fahrtzwecken, Verkehrsmitteln, Raumbezug

MOBINET-A: Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler
7 Zusammenfassende Wirkungsanalyse

usw. differenziert wird. Relativ zueinander und tendenziell zeigen die Ergebnisse jedoch zutreffend die subjektiven Einstellungen der Verkehrsteilnehmer und geben je nach Situation zumindest qualitative Hinweise auf die zu erwartende Reaktion der Bevölkerung auf die MOBINET-A-Maßnahmen.

Mit dem Conversion™-Modell der Fa. EMNID wurden die Bindungsstärke und das Wachstumspotenzial der einzelnen Verkehrsmittel untersucht.



Abb. 7.4-1: Bindungsstärke und Wachstumspotenzial der Verkehrsmittel

Aus diesen Ergebnissen sind folgende Schlussfolgerungen zu ziehen:

- Das Auto hat im Bewusstsein der Verkehrsteilnehmer einen hohen Stellenwert mit hoher subjektiver Bindungsintensität.
- Auto-Mitfahrer würden lieber Auto-Selbstfahrer als ÖPNV-Teilnehmer werden.
- ÖPNV-Benutzer sind zum großen Teil wechselbereit und würden am liebsten mit dem Auto als Selbstfahrer oder als Mitfahrer fahren, ggf. auch in der Form des P+R.

Diese Neigung zur Benutzung des Autos muss bei allen Planungen beachtet werden. Umgekehrt müssen sämtliche Gegebenheiten, die einer Benutzung des ÖPNV hinderlich sind und im ÖPNV selbst begründet sein könnten, reduziert werden.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurde auch nach einer Bewertung der möglichen Einzelmaßnahmen gefragt.

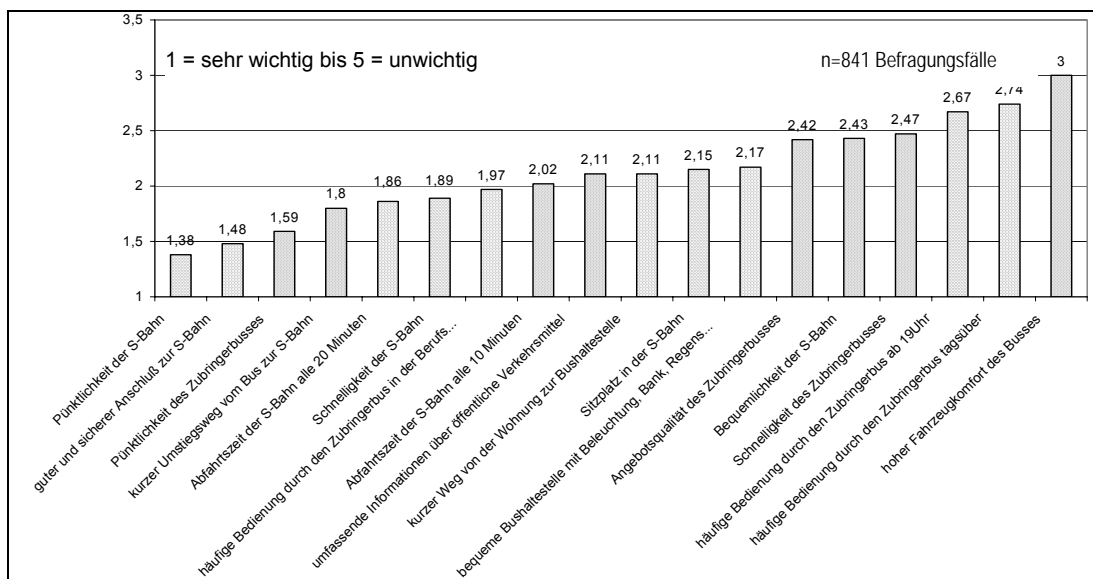


Abb. 7.4-2: Bewertung der Voraussetzungen für das Umsteigen vom Pkw auf den ÖPNV

Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit und Schnelligkeit stehen bei der Bewertung des ÖPNV im Vordergrund. Da i.d.R. gebrochene ÖPNV- oder P+R-Fahrten länger dauern als entsprechende Direktfahrten mit dem Auto, wünschen sich ÖPNV-Teilnehmer eine Minimierung der ÖPNV-Reisezeit. Ein Vorteil des ÖPNV ist, dass im Normalfall wegen des Fahrplanes eine Fahrt mit dem ÖPNV zeitgenauer und damit insgesamt zeitknapper geplant werden kann als wenn die gleiche Fahrt mit dem Pkw unternommen würde. Bei diesem wird wegen der Variabilität der Fahrdauer inkl. Parkplatzsuchzeit ein gewisser Zeitpuffer mit eingeplant.

Die Gründe gegen die Nutzung von Bus und Bahn sind diffuser und irrationaler und werden dem ÖPNV selbst zugeschrieben: „zu umständlich“, „zu langsam“, „zu unbequem“ u.ä..

Detailliertere Analysen für Pendlerfahrten aus dem Umland in den Bereich innerhalb des Mittleren Rings zeigen, dass die erfragte, subjektive Bereitschaft zur Nutzung des ÖPNV durch Maßnahmen des Parkraummanagements auf den doppelten Wert ansteigt, als wenn lediglich die Zubringersysteme Bus, B+R, P+R verbessert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der Realität die imperative Push-Maßnahme Parkraummanagement mit höherer Wahrscheinlichkeit wirken wird als die fakultativen Pull-Maßnahmen Verbesserung der Zubringersysteme Bus, P+R und B+R.

Fahrtzweck	Beruf Ausbildung	Versorgung	Freizeit	Summe
Fahrtzweckanteil	81,2 %	8,8 %	10,0%	100,0

Verlagerungspotenzial durch Maßnahmen bei

Parkraummanagement in den innenstadtnahen Mischgebieten	12 %	26 %	12 %	13 %
Bus-Zubringer	6 %	7 %	14 %	7 %
Park-and-Ride	5 %	12 %	9 %	6 %
Bike-and-Ride	4 %	11 %	9 %	5 %

Tab. 7-4-1: Erfragtes Verlagerungspotenzial [%] der MOBINET-A-Maßnahmen bei Pkw-Selbstfahrern für Fahrten vom Umland in den Bereich innerhalb des Mittleren Rings

Berufs-/Ausbildungspendlerfahrten in die Kernstadt werden bereits heute zu einem großen Teil mit dem ÖPNV zurückgelegt. Daher ist es plausibel, dass Versorgungs- und Freizeitfahrten durch MOBINET-A-Maßnahmen zu einem größeren Anteil auf den ÖPNV verlagert werden können als Fahrten im Berufsverkehr. Da die Anzahl der Fahrten des Berufs- und Ausbildungsverkehrs rd. viermal so hoch ist wie die Anzahl der Fahrten des Versorgungs- und Freizeitverkehrs zusammen, wird die absolut verlagerbare Menge an Fahrten weitestgehend durch den Berufs-/Ausbildungsverkehr bestimmt. Es erscheint daher gerechtfertigt, die Wirkungsanalyse der MOBINET-A-Maßnahmen auf die Betrachtung der Hauptverkehrszeit HVZ zu konzentrieren.

Auffällig ist, dass die Parkraumbewirtschaftung in den innenstadtnahen Mischgebieten sowohl für den Berufs- und Ausbildungsverkehr als auch für den Versorgungsverkehr der weitest- und stärkste Antrieb für die Verlagerung ist. Dies gilt verständlicherweise nicht für den Freizeitverkehr, der unter einer Parkraumbewirtschaftung weniger leiden wird. Die Verbesserung des Bus-Zubringerverkehrs lässt im Freizeitverkehr eine höhere Wirkung erwarten als die Verbesserung von P+R und B+R, die im Vergleich untereinander bei allen Verkehrszwecken etwa gleich wirksam sind.

7.4.2 Modalsplit-Prognose

Nachfolgend sind die errechneten Modalsplit-Änderungen der Verkehrsmatrizen für das Szenario „nähere Zukunft“ und für das Szenario „Vision“ in grafischer Form dargestellt. Da eine Wiedergabe der Verkehrsbeziehungen zu unübersichtlich wäre, beschränkt sich die Darstellung auf die Modalsplit-Änderungen in den Verkehrszellen. Die Einfärbung der Verkehrszellen repräsentiert den Zuwachs der ÖPNV-Nutzer bezogen auf das Gesamtverkehrsaufkommen der Zellen in Prozentpunkten ($\Delta\text{ÖPNV-Nutzer/Personenfahrten}_{\text{gesamt}}$). Die reine Modalsplit-Änderung ($\text{ÖV-Anteil}_{\text{mit}}/\text{ÖV-Anteil}_{\text{ohne}}$) liegt noch höher.

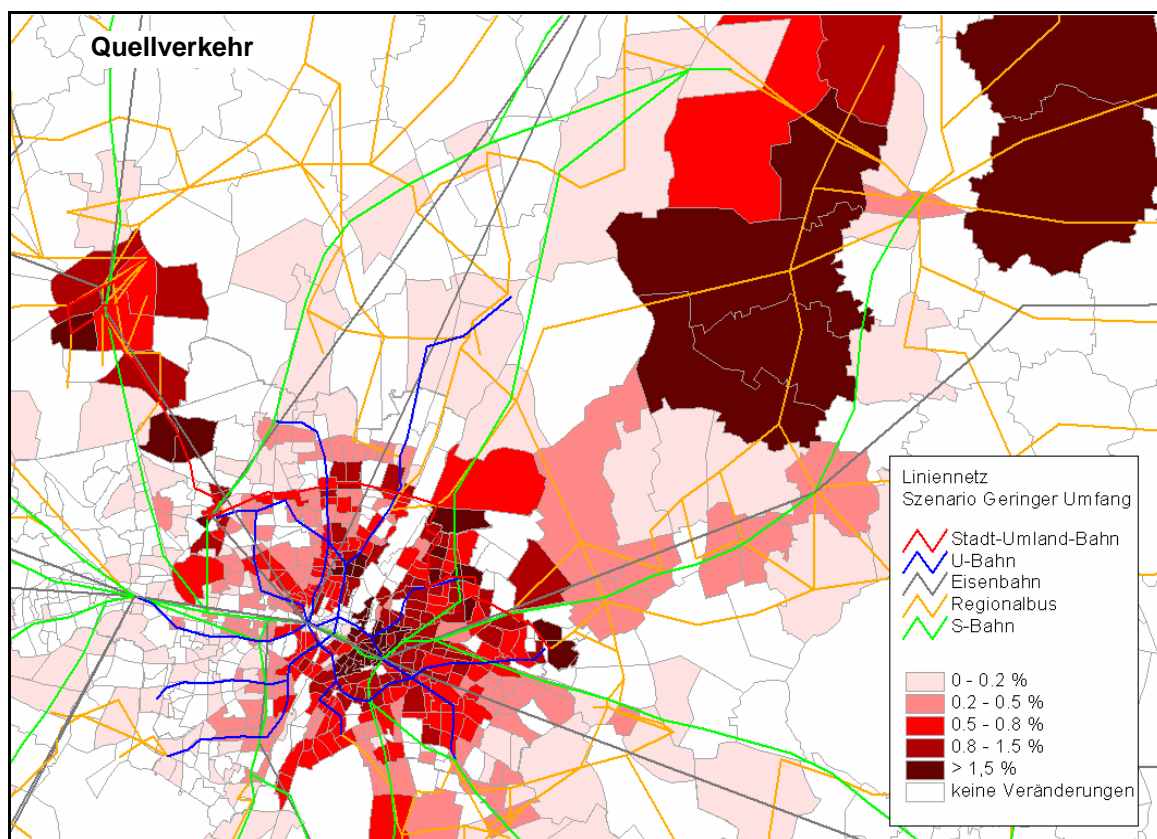


Abb. 7.4-3: Veränderung des Modalsplit in den Verkehrszellen für den Zeithorizont „nähere Zukunft“ ($\Delta\text{ÖPNV-Nutzer/Personenfahrten}_{\text{gesamt}}$) – Quellverkehr

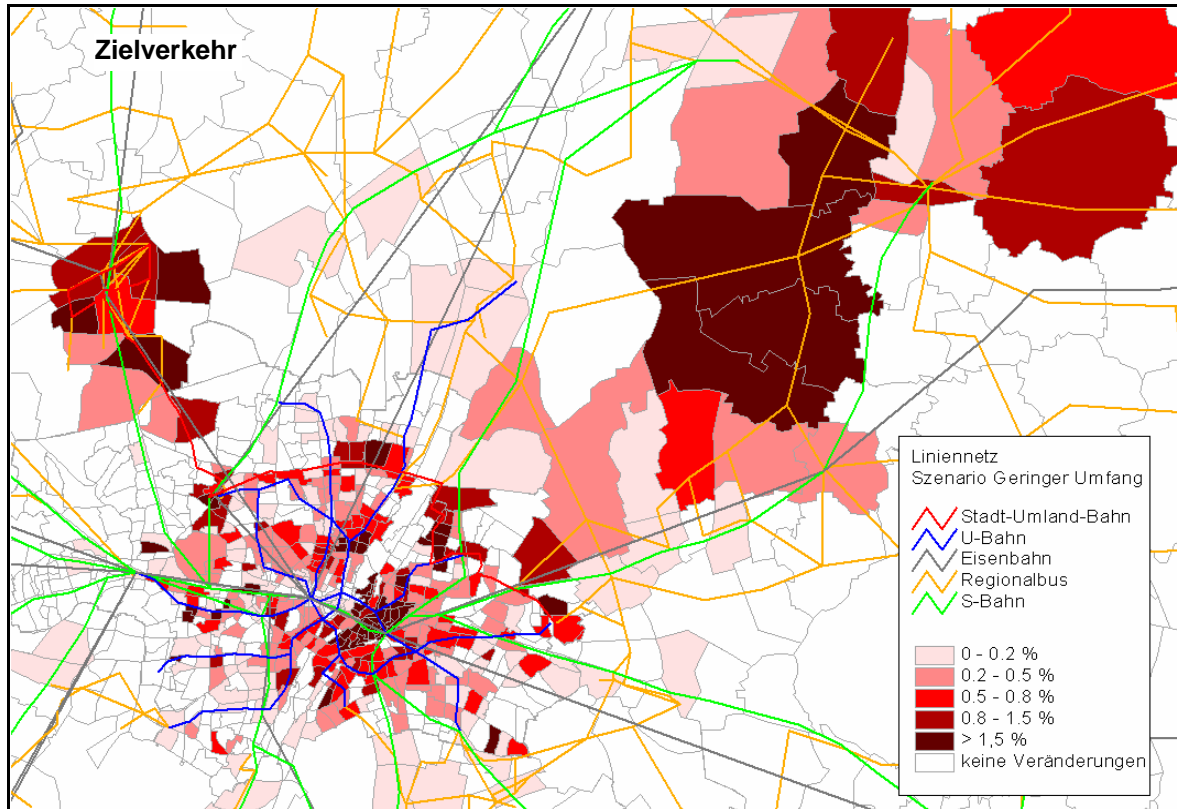


Abb. 7.4-4: Veränderung des Modalsplit in den Verkehrszellen für den Zeithorizont „nähere Zukunft“ ($\Delta\text{ÖPNV-Nutzer/Personenfahrten}_{\text{gesamt}}$) – Zielverkehr

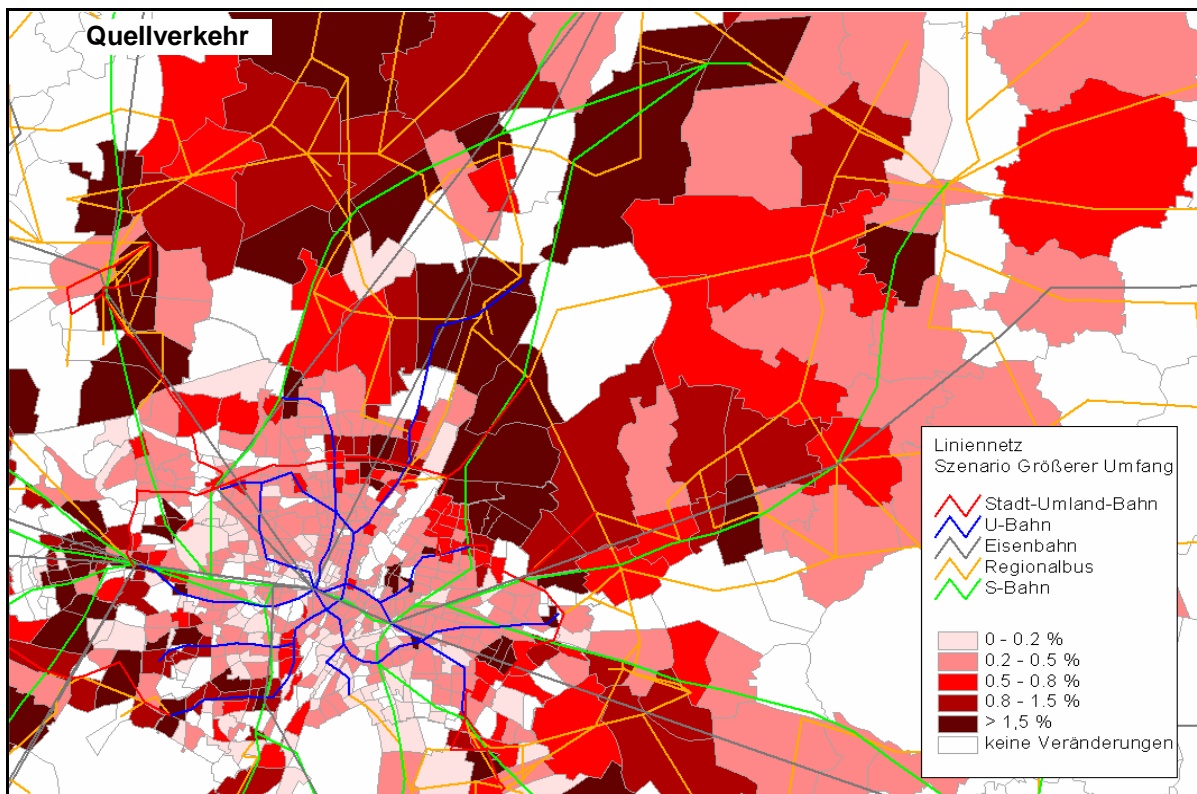


Abb. 7.4-5: Veränderung des Modalsplit in den Verkehrszellen für den Zeithorizont „Vision“ ($\Delta\text{ÖPNV-Nutzer/Personenfahrten}_{\text{gesamt}}$) – Quellverkehr

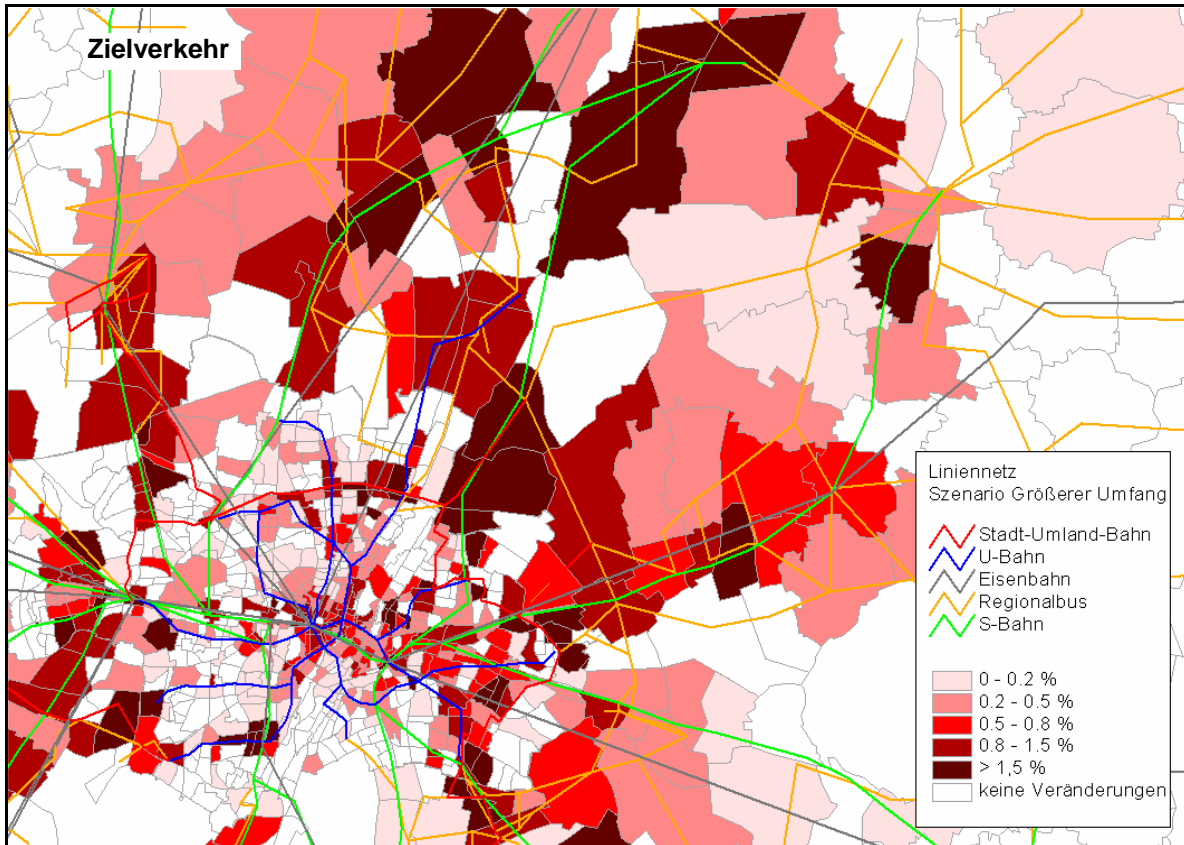


Abb. 7.4-6: Veränderung des Modalsplit in den Verkehrszellen für den Zeithorizont „Vision“ ($\Delta\text{ÖPNV-Nutzer/Personenfahrten}_{\text{gesamt}}$) – Zielverkehr

Das Ergebnis zeigt in Bezug auf die Zunahme des ÖPNV-Anteils folgendes Bild:

- Die Wirkung des Parkraummanagements in Schwabing tritt deutlich hervor.
- Das Störfallmanagement bei der S-Bahn erhöht die Wirkung der übrigen MOBINET-A-Maßnahmen beträchtlich.
- Die Zellen entlang der S-Bahn-Achse von Erding nach München reagieren deutlich positiv auf die Verbesserung des ÖPNV-Angebots im Landkreis Erding.
- Die Entgelterhebung an den P+R-Anlagen hat keinen negativen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl.
- Die Auswirkungen der Linie 1 der Stadt-Umland-Bahn auf Dachau und die Gemeinden des Stadt-Umland-Bahn-Korridors nach München sind deutlich zu erkennen.
- Die später geplante Verwirklichung des Gesamtnetzes der Stadt-Umland-Bahn leistet einen positiven Beitrag zu einer stärkeren ÖPNV-Benutzung.

Insgesamt kommt es bei den Verkehrsbeziehungen im Berufs- und Ausbildungsverkehr aus dem Umland in den Bereich der Kernstadt innerhalb des Mittleren Rings zu der folgenden Zunahme der ÖPNV-Benutzung:

- Für den Zeithorizont „nähere Zukunft“: 885 Personen/Tag; dies sind
 - bezogen auf den gesamten Individualverkehr: 2,4 %,
 - bezogen auf den motorisierten Individualverkehr: 2,6 %.
- Für den Zeithorizont „Vision“: 2.236 Personen/Tag; dies sind
 - bezogen auf den gesamten Individualverkehr: 6,1 %,
 - bezogen auf den motorisierten Individualverkehr: 6,5 %.

Hauptursache ist die Parkraumbewirtschaftung in den innenstadtnahen Mischgebieten. Zum Zeithorizont „nähere Zukunft“ wird sie nur die MOBINET-A-Demonstratoren zuzüglich der im Jahre 2004 neu einzuführenden Lizenzgebiete im Lehel und im Stadtbezirk Au - Haidhausen umfassen und ein Ausweichen auf Nachbargebiete zulassen. Die Ausweichvorgänge konnten modellmäßig allerdings nicht berücksichtigt werden. Zum Zeithorizont „Vision“ wird davon ausgegangen, dass die Parkraumbewirtschaftung auf sämtliche Gebiete innerhalb des Mittleren Rings ausgedehnt sein wird und somit auch keine Ausweichmöglichkeiten auf Nachbargebiete mehr bestehen. Außerdem werden erst zu diesem Zeithorizont die Verbesserungen im ÖPNV sowie bei P+R und B+R voll wirksam.

Bei einer konsequenten Parkraumbewirtschaftung innerhalb des Mittleren Rings wird diese zunächst als Zwang empfundene Maßnahme im Laufe der Zeit einen Bewusstseinswandel in der Weise auslösen, dass Parken ganz selbstverständlich Geld kostet. Ein solcher Bewusstseinswandel wird dazu führen, dass die ÖPNV-Benutzung vor allem in der Form des P+R und des B+R ansteigt.

Die detaillierten fahrtzweckspezifischen ÖPNV-Matrizen der Mit-Fälle MOBINET A wurden zur weiteren, arbeitsbereichsüberschreitenden Verarbeitung an den Arbeitsbereich Q weitergeleitet.

7.5 Schlussfolgerungen

Jedes einzelne Arbeitspaket im Arbeitsbereich A setzt zunächst für sich an einzelnen Teil-Aspekten zur „Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler“ an. Erst insgesamt bilden sämtliche Maßnahmen ein umfassendes, sich synergetisch ergänzendes Bündel, bei dem einerseits mit „Push“-Maßnahmen Verkehrsteilnehmer von einer nicht unbedingt notwendigen Nutzung des MIV ferngehalten werden sollen. Andererseits fördern „Pull“-Maßnahmen positive Eigenschaften des ÖPNV, um durch dessen verkehrliche Möglichkeiten die „Push“-MIV-Restriktionen auszugleichen und anstelle einer reinen MIV-Nutzung zur intensiveren (Mit-) Nutzung des ÖPNV anzuregen.

Die **Parkraumbewirtschaftung innenstadtnaher Mischgebiete (Arbeitspaket A6)** stellt die zentrale „Push-Maßnahme“ zur Veränderung des Modalsplit dar. Sie ist entsprechend den Ergebnissen der Potenzialanalyse bereits in der antizipatorischen Beurteilung der Verkehrsteilnehmer die Maßnahme mit der weitaus größten Wirkung. Als fiskalisch-ordnungs-politische Maßnahme kann ihre Wirkung erzwungen, aber auch - wie in den Demonstrationen angewendet - durch Abstufung der Parkregelungen und –entgelte fein gesteuert und den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten gezielt und verträglich angepasst werden.

Bereits jetzt sind in den einzelnen Demonstrationsgebieten erhebliche positive Effekte zu spüren. Aufgrund dieser Verbesserungen sowie veranlasst durch Verdrängungseffekte von Parkvorgängen in Demonstrator-benachbarte, aber noch nicht parkraumbewirtschaftete Gebiete haben weitere Stadtbezirke den Wunsch nach Parkraumbewirtschaftung geäußert. Daraufhin hat der Stadtrat die Weiterführung der MOBINET-Demonstratoren und die erhebliche Ausweitung der parkraumbewirtschafteten Gebiete beschlossen. Die Parkraumbewirtschaftung wird ihre durchgehende Wirkung als Steuerungsmaßnahme allerdings erst dann voll entfalten können, wenn sie umfassend im Bereich innerhalb des Mittleren Rings eingeführt ist und damit beispielsweise Verdrängungsmöglichkeiten nicht mehr gegeben sind.

Für die Berufspendler innerhalb des Stadtgebietes dürfte die vermehrte ÖPNV-Benutzung lediglich mit einer Überwindung eingeschliffener Verhaltensweisen verbunden sein; für diese Gruppe ist das ÖPNV-Angebot innerhalb der Stadt bereits jetzt sehr gut. Für die Pendler aus dem Umland ergibt sich dagegen ein anderes Bild: Für sie muss im Sinne von „Pull“-Maßnahmen das ÖPNV-Angebot deutlich verbessert und dabei gezielt auf ihre Bedürfnisse und Verkehrsmöglichkeiten eingegangen werden.

- Die S-Bahn ist gegenwärtig noch in einem unbefriedigenden Zustand. Die Hauptmängel sind die zu geringe Fahrtenhäufigkeit, die zu Überlastungen in den Spitzenzeiten führt, sowie die hohe Störanfälligkeit: Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit, Fahrtenhäufigkeit und Zubringerkomfort der S-Bahn sind aber laut Potenzialanalyse gerade die wichtigsten Forderungen der Umlandpendler.

Störungen, die aus Personenschäden oder einer schadhafte Infrastruktur resultieren, lassen sich zwar nicht durch ein Störfallmanagementverfahren beseitigen. Schäden an der Infrastruktur erfordern eine bessere Instandhaltung, eine frühzeitige Erneuerung und einen bedarfsgerechten Ausbau, wie dies teilweise bereits geschehen ist. Mit dem Ausbau der Stammstrecke wird eine Erhöhung der Fahrtenhäufigkeit auf den am stärksten überlasteten Linien möglich. Allerdings besteht dann hier wegen der sehr dichten Zugfolge zunehmend die Gefahr von Störungen bereits bei kleinen Unregelmäßigkeiten. Erst in späterer Zukunft erlaubt der Bau einer zweiten Stammstrecke die Fahrtenhäufigkeit ohne größere technische Probleme an die Nachfrage anzupassen.

Unter all diesen Aspekten kann das entwickelte Verfahren des **Störfallmanagements (Arbeitspaket A1)** SALTOS einen wichtigen Beitrag leisten: Nach Störungen kann damit der Betrieb schneller als bisher in seinen planmäßigen Zustand zurückgeführt werden. Damit werden die Folgen eines Störfalls sowohl aus betrieblicher als auch und insbesondere aus Fahrgastsicht so gering wie möglich gehalten. Aus diesem Grund sind Umsetzung und Einführung des Störfallmanagements wichtige Voraussetzungen zur Entspannung der Verkehrssituation in der Region München. Die Einführung dieses Verfahrens ermöglicht auch eine Verbesserung der Fahrgastinformation. Im übrigen ist das Störfallmanagement ein wichtiger Baustein für den Weg der S-Bahn in die telematische Zukunft.

- Da die Berufspendler aus dem Umland i.d.R. nicht in fußläufiger Entfernung zur S-Bahn wohnen, benötigen sie attraktive Zubringer-Verkehrsmittel:
 - Grundsätzlich ist **Bike+Ride (Arbeitspaket A4)** das umweltschonendste und preisgünstigste Verkehrsmittel, um zur S-Bahn und in die Kernstadt zu gelangen. Heutige Fahrrad-Abstellanlagen weisen häufig keine besondere benutzungsspezifische Qualität und Attraktivität auf. Der Benutzung von B+R sind zwar durch zu große Entfernung zur S-Bahn, Wetterempfindlichkeit und mangelnde körperliche Leistungsfähigkeit, aber auch durch mangelnde Lust am Fahrradfahren enge Grenzen gesetzt. Dennoch sollte man - wie in den realisierten Demonstratoren gezeigt - zur größtmöglichen Ausschöpfung des B+R-Anteils die B+R-Anlagen entlang der S-Bahn-Achsen ausbauen, zumal dies meist kostengünstig möglich ist.
 - **Park+Ride (Arbeitspaket A5)** hat innerhalb des Spektrums der Verkehrsmittel heute zahlenmäßig zwar noch eine untergeordnete Bedeutung. Diese Bedeutung wird aber in dem Maße steigen, wie die Parkraumbewirtschaftung innerhalb der Kernstadt ausgedehnt wird. Die Bereitstellung einer ausreichenden Anzahl von Stellplätzen an geeigneter Stelle ist Voraussetzung, dass die Parkraumbewirtschaftung nicht nur von den Bewohnern des betroffenen Gebietes, sondern auch von den dort arbeitenden Pendlern aus dem Umland akzeptiert wird. Da die P+R-Anlagen des Umlandes in Zukunft vermehrt die durch Parkraummanagement am Zielort verdrängte ehemalige MIV-Pendler aufnehmen müssen, stehen Parkraumbewirtschaftung in der Kernstadt und Verbesserung des P+R-Angebots deshalb in einem engen Zusammenhang. Dabei sollte aus Gründen der Umweltbelastung und um der S-Bahn die Fahrgäste zu erhalten, ein wohnungsnahes Parken ermöglicht und gefördert werden. Für die Planung entsprechender Verbesserungsmaßnahmen bei P+R hat MOBINET mit dem Standortoptimierungsverfahren zur Planung und dem vom Stadtrat bereits beschlossenen System der Entgelterhebung zur Steuerung der Nutzung wirksame Instrumente bereitgestellt.

- Durch **Flexible Betriebsweisen im Bus-Zubringerverkehr (Arbeitspaket A3)**, verbesserte Methoden der Planung und Wettbewerb unter den Leistungserbringern sind erhebliche Einsparungen möglich. Damit ist – wie im Demonstrator Landkreis Erding nachgewiesen – ein erheblich verbesserter Bus-Zubringerverkehr größenordnungsmäßig zu etwa gleichen Kosten zu realisieren wie sie bereits beim ursprünglichen Angebot anfallen. Solche Maßnahmen liegen aber nicht im Zuständigkeitsbereich der Landeshauptstadt München sondern in der Zuständigkeit der Landkreise. Hier könnten sowohl die Regionalplanung als auch der MVV eine Mittlerrolle spielen. Eine Verbesserung des Bus-Zubringerverkehrs eröffnet auch die Möglichkeit, dass es zu einem Wechsel von P+R zur Busbenutzung kommt und der Ausbau des P+R-Angebots begrenzt erfolgen kann. Dieser Wechsel, der häufig den Zweitwagen erspart, wird von den Pendlern angesichts der absehbaren zunehmenden finanziellen Probleme der privaten Haushalte sicher eher in Betracht gezogen als bei immer weiter steigendem Wohlstand.
- Die **Stadt-Umland-Bahn (Arbeitspaket A2)** steht hinter den anderen Projekten etwas im Hintergrund, weil es sich hierbei um eine längerfristige Großinvestitionsmaßnahme handelt. Dennoch sollte das Projekt weiterhin untersucht und in Betracht gezogen werden, weil die Wahrscheinlichkeit für eine stärkere Besiedlung des kernstadtnahen Umlandes, z.B. in den S-Bahn-Achsenzwischenräumen, sehr hoch ist. Die Stadt-Umland-Bahn würde dann zur gesamten, insbesondere stadtangentialen Verkehrsentwicklung einen Beitrag leisten, der prinzipiell, wenn auch nicht in seiner Dimension, mit der S-Bahn vergleichbar ist.

Aus der Sicht der Bearbeiter von MOBINET A ist der Stadt und den Umlandkreisen zu empfehlen, sich nicht nur mit den bisherigen Erfolgen zum Abschluss des Forschungsprojektes von MOBINET zufrieden zu geben. Es sollte einerseits an der Erhaltung und Pflege des bisher Erreichten sowie an dessen weiteren Umsetzung gearbeitet werden. Hierin wird eine Chance gesehen, den Verkehrsproblemen im Großraum München, wie sie sich lt. dem kommenden Verkehrsentwicklungsplan (VEP) der Landeshauptstadt München abzeichnen sowie auch der Schadstoffproblematik, welche infolge der verschärften EU-Grenzwerte in absehbarer Zeit auf die Stadt zukommt, wirkungsvoll entgegenzutreten zu können.

Bearbeiter:

Braun, Jürgen, Dr.-Ing., Lange, Uli, Dipl.-Ing., Krasser, Gerhard, Dr.-Ing., Buschmann, Alexander, Dipl.-Ing.,	} Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung Technische Universität München
---	--

Bickelbacher, Paul, Dipl.-Geogr., Scheuerer, Walter, Dr.-Ing., Widmer, Christoph, Dipl.-Geogr.,	} SSP-Consult GmbH, München
---	-----------------------------

TNS EMNID, Verkehr&Tourismus, Bielefeld

Interne Berichte:

TNS EMNID, Verkehr & Tourismus, Bielefeld: Befragungsberichte, Auswertungsberichte, Auswertungstabellen, 2000-2001

SSP-Consult GmbH: Potenzialabschätzung im Arbeitsbereich A, Endbericht, 2002

Lehrstuhl für Verkehrs- und Stadtplanung der TU München: Arbeitspaket A7 - Arbeitspaket-übergreifende Wirkungsanalyse des Arbeitsbereichs A, 2003.