

Ganzzahlige Optimierung im öffentlichen Verkehr

Ralf Borndörfer Christian Liebchen Marc Pfetsch

TU Berlin

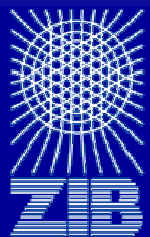
Integrierte Veranstaltung im Wintersemester 2006/07



Ralf Borndörfer
Christian Liebchen
Marc Pfetsch

- DFG-Forschungszentrum MATHEON "Mathematics for key technologies"
- Technische Universität Berlin (TUB)
- Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin (ZIB)

<http://www.zib.de/borndorfer/Homepage/ws06-2.html>



BVG-Preise werden vorerst nicht erhöht Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Arbeitsgruppe mit allen Verkehrsunternehmen soll neues Tarifsystem entwickeln

Von Andrea Puppe und Stefan Schulz



Die BVG will, dass längere Fahrtstrecken in Berlin teurer werden - so wie in anderen Städten auch

Foto: dpa

Die BVG-Fahrpreiserhöhung zum 1. Januar 2007 ist gestoppt. Das teilte die Stadtentwicklungssenatorin, Ingeborg Junge-Reyer (SPD), nach einem Krisengespräch in ihrer Verwaltung mit. Daran nahmen die BVG, die S-Bahn, der Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (VBB) und die Deutsche Bahn Regio teil. Dabei wurde Einigkeit erzielt, für Berlin und Brandenburg eine Tarifstruktur zu schaffen, mit der es gelingen soll, mehr Fahrgäste für den ÖPNV zu gewinnen und "stabile Kundenbeziehungen" aufzubauen. Junge-Reyer: "Ob dies zu Tarifsteigerungen in 2007 führen muss - und wenn ja, in welcher Höhe und zu welchem Zeitpunkt - werden wir in den nächsten Wochen mit den Unternehmen erörtern."

Finanzsenator Thilo Sarrazin (SPD), der die bis zu zehnprozentige Preiserhöhung als Aufsichtsvorsitzender der BVG absegnete, fühlte sich gestern nicht als Verlierer. "Herr Sarrazin beantragt keine Preissteigerung. Das hat die BVG gemacht. Deswegen ist er auch nicht gescheitert", sagte sein Sprecher Matthias Kolbeck. "Es geht vielmehr darum, nun eine vernünftige Kompromisslinie zu finden, mit der alle Seiten leben können." Undenkbar sei aber, dass trotz großen Schuldenbergs der BVG zusätzliche Mittel zur Verfügung zu stellen. Im Gegenteil: Es bleibe dabei, dass die Zuschüsse für die Berliner Verkehrs-Betriebe wie geplant in den kommenden Jahren weiter abgebaut werden.

"Wenn wir uns selbst aus dem Sumpf ziehen sollen, dann muss man uns auch gewähren lassen", sagte BVG-Chef Andreas Sturmowski gestern im Anschluss an das Gespräch in der Verwaltung. Das Management der BVG sei dazu bereit. Sturmowski wünscht sich nach wie vor eine Tarifierhöhung zum 1. Januar 2007 und will deshalb einen entsprechenden Antrag, über den der Aufsichtsrat des Verkehrsverbundes befinden soll, nicht zurückziehen. "Wir sind geschäftsbereit, mittelfristig über ein völlig neues Tarifsystem nachzudenken", sagte Sturmowski. Denkbar seien zum Beispiel Zeittarife, die per Handyticket verkauft werden könnten. Die Fahrgäste könnten dann 30 oder 60 Minuten lang die Verkehrsmittel in jeder beliebigen Richtung benutzen. Auch eine eigene Tarifzone A (Innenstadt) müsste eingerichtet werden.

Da die Verwaltung eine Tarifierhöhung zum 1. Januar ablehnt, ist es unwahrscheinlich, dass der Aufsichtsrat des VBB den Vorstoß der BVG absegnet. Die Länder Berlin und Brandenburg sind in dem Gremium vertreten. Wenn die Tarifierhöhung allerdings deutlich später, etwa im Herbst vorgenommen wird, warnt die BVG, bestehe höherer Subventionsbedarf.

Seit 2005 sind bei der BVG die Kosten für die Beseitigung von Graffiti und Sachbeschädigungen um 34 Prozent pro Jahr gestiegen, Diesel um acht Prozent, Strom um 12 Prozent teurer geworden. Insgesamt bezifferte Sturmowski die Mehrausgaben auf 12,2 Millionen Euro pro Jahr. "Auf diese Kosten hat das Management keinen Einfluss", sagte Sturmowski. Selbst im Ruhrgebiet hätte man bei den Nahverkehrsmitteln nicht so immense Probleme mit Graffiti und Scratching wie in Berlin.

Den Personalüberhang des Unternehmens bezifferte Sturmowski auf 1700 Mitarbeiter (Gesamtpersonal, Stand 31.12.2005: 11 526), bis zum Jahresende will der Vorstand die Schulden des Unternehmens auf 740 Millionen reduzieren (Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten 2005: 788 Millionen, Quelle: BVG-Geschäftsbericht 2005).

Sturmowski betonte außerdem, dass man bundesweit nirgendwo so weit für vergleichsweise wenig Geld mit öffentlichen Verkehrsmitteln fahren könne. Der Einzelfahrschein für 2,10 Euro in Berlin erlaube Fahrten von bis zu 50 Kilometern Länge. Der Einzelfahrschein in München kostete 2,20 Euro. Für die Fahrt vom Flughafen München zum Marienplatz (37 Kilometer) werden 8,80 Euro fällig. "Längere Fahrtstrecken müssten auch in Berlin teurer werden", sagte Sturmowski.

In den kommenden Wochen soll nun eine Arbeitsgruppe unter Federführung des VBB, an der sowohl die Verwaltung als auch die Verkehrsunternehmen beteiligt sind, erörtern, in welchem Umfang und wann welche Fahrpreise steigen. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung erwartet bis zum Jahresende konkrete Belege darüber, wie sich die steigenden Kosten innerhalb der Unternehmen auswirken und ob sie an anderer Stelle effektiv sparen können.

Aus der Berliner Morgenpost vom 10. Oktober 2006

LESEN SIE AUCH:

→ [BVG](#)

✉ [Leserbrief](#) | [Druckversion](#) | [Artikel versenden](#)

☰ [Impressum](#) | [Datenschutz](#) | [Startseite](#)

Berlin
Berlin extra
Brandenburg
werblich
Schule
Gesundheit
e-Balance
Nachrufe

Wirtschaft
Berliner Wirtschaft
Verbraucher
Testen
Geld

Sport
Berlin Sport

Kultur
Kino
Literatur
Wissen & Forschen
Medien
Computer
Tagestipps
Weltspiegel

Blaue Seiten / Service

Sonntag
Lust auf Kochen
Immobilien
Mobil
Karriere
Lehrstellenbörse
Reise Magazin
Sonderthemen

Ticket



Anzeigen

Übersicht
Automarkt
Immobilienmarkt
immovelt-Magazin
Stellenmarkt
Geschäftsadressen
Kleinanzeigen
Bekanntschafsanzeigen

Höhere Preise, weniger Fahrgäste [kostenfrei](#) (11.10.2006)
Berliner reagieren auf Tarifsteigerungen im Nahverkehr besonders empfindlich, wie eine Studie zeigt. Von Klaus Kurpjuweit. Auf Tarifierhöhungen im Nahverkehr reagieren Berliner und Brandenburger besonders empfindlich: Steigen die Preise, meiden viele Kunden Fahrten mit Bahnen und Bussen. Statt mehr kann so...

Senat: Keine höheren Preise im Nahverkehr [kostenfrei](#) (10.10.2006)
Berlin - Stadtentwicklungssenatorin Ingeborg Junge-Reyer (SPD) schließt eine Erhöhung der Ticketpreise bei den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) zu Beginn kommenden Jahres aus. Eine Tarifierhöhung zum 1. Januar 2007 werde es nicht geben, sagte Junge-Reyer gestern nach einem Gespräch...

SPD und PDS lehnen höhere Preise im Nahverkehr ab [kostenfrei](#) (06.10.2006)
Experten: BVG macht es sich zu einfach - Verkehrsbetrieb will Zahlen zu Kosten vorlegen. Von Klaus Kurpjuweit. Mit „beeindruckenden Zahlen“ auf der Kostenseite, wie es ein Insider formulierte, will die BVG am Montag versuchen,...

Politik gegen Preiserhöhung im Nahverkehr Tarifierhöhung wird Ende Oktober im VBB beraten [kostenfrei](#) (06.10.2006)
Potsdam/Berlin - In Berlin und Brandenburg wächst in der Politik der Widerstand gegen die Pläne der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) und des Verkehrsverbundes Berlin Brandenburg (VBB), die Fahrpreise im Nah- und Regionalverkehr...

BVG beschließt Preiserhöhung [kostenfrei](#) (28.09.2006)
Aufsichtsrat will zum 1. Januar neue Tarife. Die Weichen für höhere Preise im Nahverkehr sind gestellt. Gestern hat der Aufsichtsrat der BVG unter dem Vorsitz von Finanzsenator Thilo Sarrazin (SPD) nach Tagesspiegel-Informationen beschlossen, die meisten Tarife zum 1. Januar...

BVG beschließt Preiserhöhung [kostenfrei](#) (28.09.2006)
Berlin - Die Weichen für höhere Preise im Berliner Nahverkehr sind gestellt. Gestern hat der Aufsichtsrat der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) unter dem Vorsitz von Finanzsenator Thilo Sarrazin (SPD) nach Informationen dieser Zeitung beschlossen, die meisten Tarife zum 1. Januar 2007...

BVG will höhere Preise [kostenfrei](#) (28.09.2006)
Fahrgäste sollen vom 1. Januar an mehr zahlen. Gleichzeitig gibt's 400 000 Euro fürs Nichtstun. Die Weichen für höhere Preise im Nahverkehr sind gestellt. Gestern hat der Aufsichtsrat der BVG unter dem Vorsitz von Finanzsenator Thilo Sarrazin (SPD) nach Tagesspiegel-Informationen...

Ringem um höhere Preise im Nahverkehr [kostenfrei](#) (26.09.2006)
Unternehmen sind dafür - Ja der Politik ungewiss. Noch ist unklar, ob im nächsten Jahr die Preise im öffentlichen Nahverkehr steigen werden. Die BVG und die S-Bahn sowie die Bahn im Regionalverkehr und die meisten anderen Unternehmen im...

BVG hat zu wenig Fahrgäste [1 x 0,10 €](#) [2h Archiv](#) (01.09.2006)
Jetzt drohen neue Preiserhöhungen. Die BVG hat nach der großen Fahrplanumstellung Ende 2004 ihr Ziel nicht erreicht, deutlich mehr Fahrgäste zu gewinnen. Da der Verkehrsbetrieb mit dem Senat vereinbart hat, durch eine Zunahme bei der Zahl der Fahrgäste und...

Weniger BVG-Fahrgäste als erwartet In Berlin drohen neue Preiserhöhungen [1 x 0,10 €](#) [2h Archiv](#) (01.09.2006)
Berlin - Die Berliner Verkehrsgesellschaft BVG hat nach der großen Fahrplanumstellung Ende 2004 ihr Ziel nicht erreicht, deutlich mehr Fahrgäste zu gewinnen. Da der Verkehrsbetrieb mit dem Berliner Senat vereinbart hat, durch eine Zunahme...

Artikel Web
Suche

So, 15. Oktober 2006

Startseite

ZEITUNG

- Politik
- Wirtschaft
- Börse
- Wissen
- Panorama
- Berlin
- Bezirke
- Brandenburg
- Kultur
- Stadtmenschen
- Sport

JOURNAL

- Auto
- Beruf
- BIZ
- Immobilien
- Jugend
- Kinderpost
- Magazin
- Reise
- Szene
- Wassersport
- Nachtleben
- VideoNews
- Fotoalben

PROGRAMM

- Tagestipps
- Stadtprogramm
- Film
- Bühne
- Musik
- Klassik
- Was noch?
- Familie & Co.
- TV-Programm

SERVICE

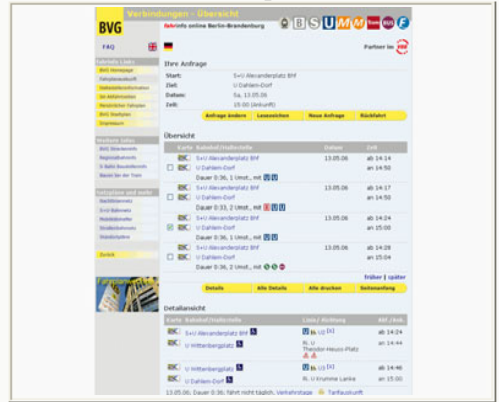
- Suche
- Archiv
- News per Mail
- ThemenFinder
- Forum
- Mobile & PDA
- Blitzer
- Bildschirmschoner
- Handelsregister
- Reisequiz
- Hilfe

BERLIN

BVG

Senatszuschuss

Der Berliner Senat hat im vergangenen Jahr die Berliner Verkehrs-Betriebe (BVG) mit 412 Millionen Euro bezuschusst. 2006 und im Jahr 2007 erhält die BVG jeweils 310 Millionen Euro. Für die Jahre 2008 und folgende ist geplant, den Zuschuss weiter auf jeweils 250 Millionen Euro zu reduzieren.
Anzeige

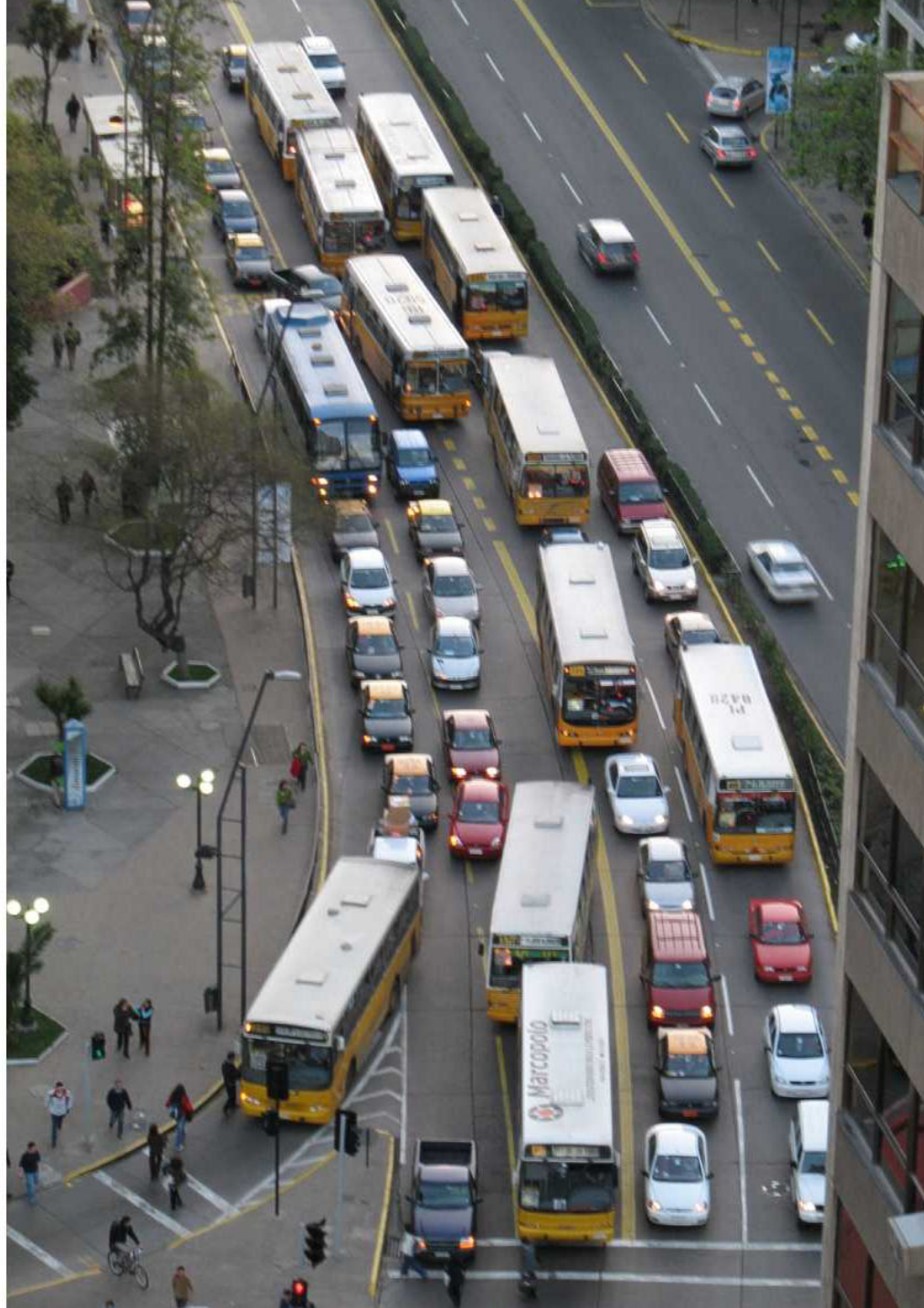


Mitarbeiter

Die fusionierten Verkehrs-Betriebe von Ost und West hatten 1989 insgesamt rund 26 000 Mitarbeiter. Derzeit sind es nur noch 12 000. Täglich zählt die BVG etwa 2,4 Millionen Fahrgäste. Die Schulden des Unternehmens belaufen sich derzeit auf 800 Millionen Euro.

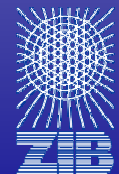
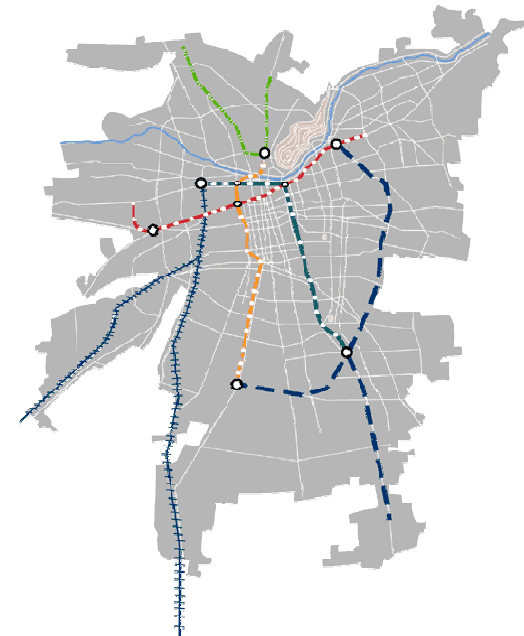
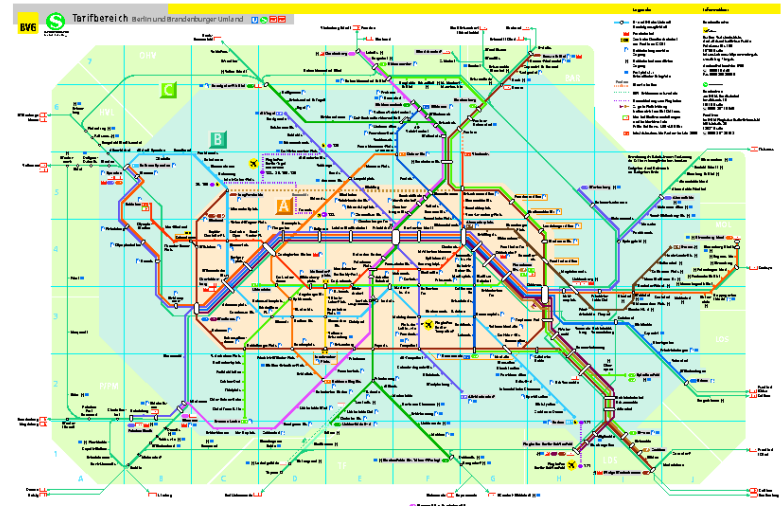
Netz

Tagsüber lässt kdie BVG auf 144,2 Kilometern U-Bahnen fahren. Auf 187, 7 Kilometern fahren Trams, die meisten im Ostteil der Stadt. 1662 Kilometer misst tagsüber das Omnibus-Streckennetz. Die BVG verfügt über 1288 U-Bahnen und 600 Straßenbahnen. Von den 1328 Omnibussen sind 357 Doppeldecker und 459 Gelenkbusse. sz



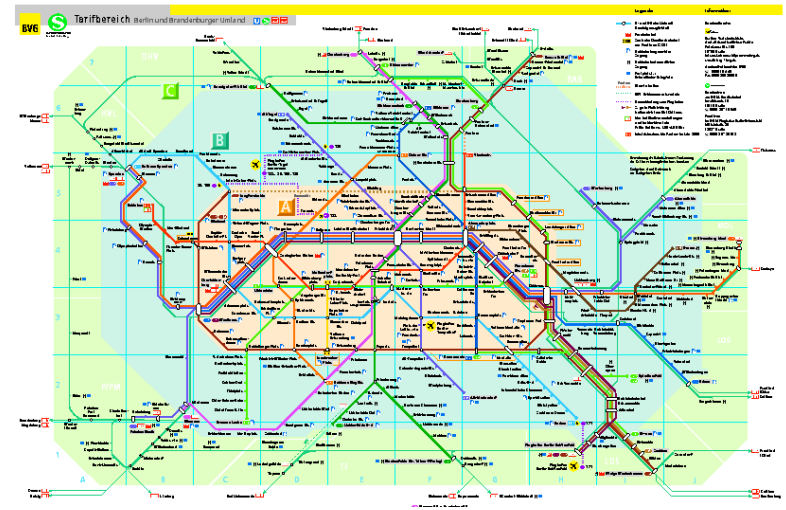
Santiago & Berlin

	<i>Santiago</i>	<i>Berlin</i>
Fläche	1.400 km ²	900 km ²
Einwohner	5,8 Mio.	3,4 Mio.
S-Bahn		164 Stationen 329 km Gleise 15 Linien
U-Bahn	52 Stationen 45 km Gleise 3 (+3) Linien seit 1975	170 Stationen 144 km Gleise 9 Linien
Tram		377 Stationen 188 km Gleise 21 Linien
Bus	7.000 Busse 3.000 Firmen	1.300 Busse

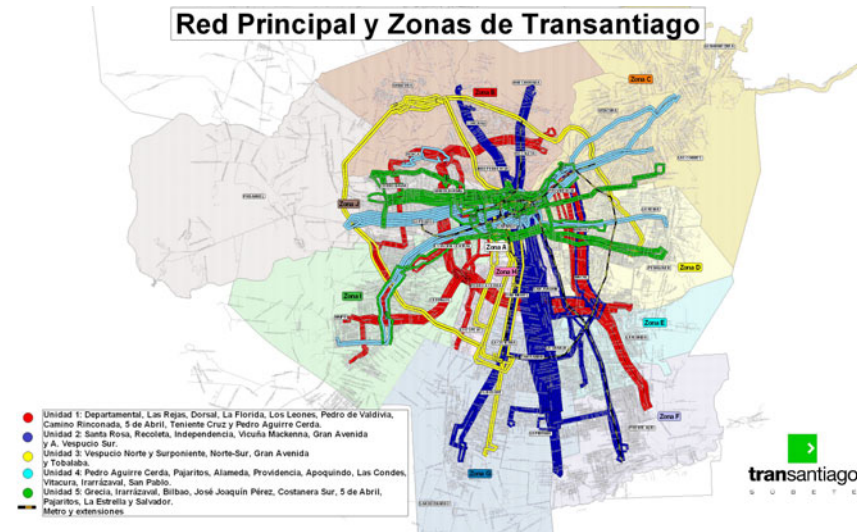


Santiago & Berlin

	<i>Santiago</i>	<i>Berlin</i>
Fläche	1.400 km ²	900 km ²
Einwohner	5,8 Mio.	3,4 Mio.
S-Bahn		164 Stationen 329 km Gleise 15 Linien
U-Bahn	52 Stationen 45 km Gleise 3 (+3) Linien seit 1975	170 Stationen 144 km Gleise 9 Linien
Tram		377 Stationen 188 km Gleise 21 Linien
Bus	7.000 Busse 3.000 Firmen	1.300 Busse



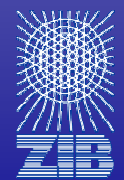
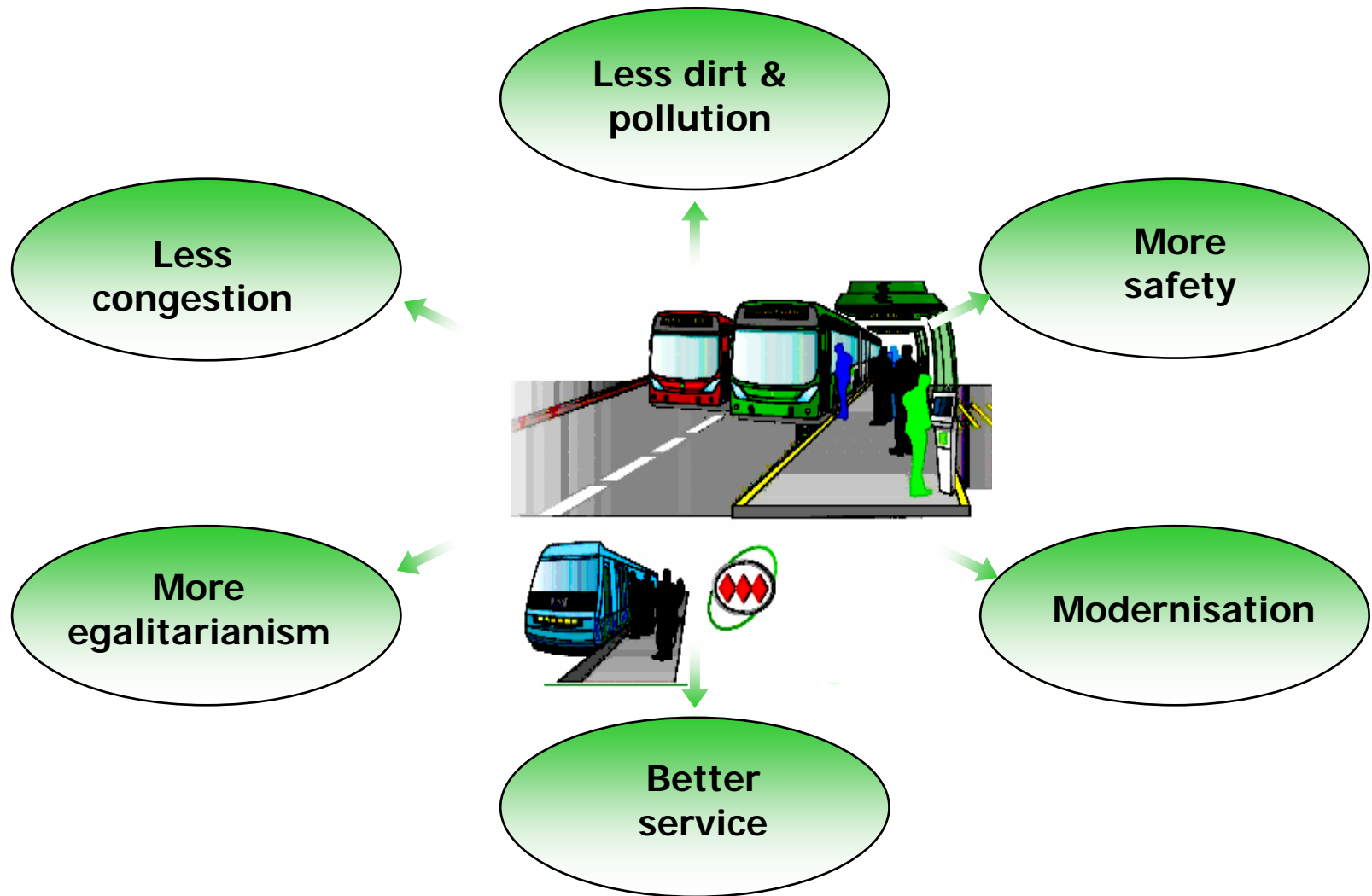
Red Principal y Zonas de Transantiago



Projekt Transantiago



Projekt Transantiago



- Legende
- S+U Bahn-Linie
 - Metrotrans-Metrobus-Linie
 - Bus-Anbindungen Flughafen
 - Umschlagstellen
 - Haltstraßen
 - Fernbahnhöfe
 - Regionale Bus
 - Zentrale Omnibusstation
 - Barrierefrei durch Berlin
 - Barrierefreier Zugang, S+U Aufzug
 - Barrierefreier Zugang, Umstiegsbahnsteig, nur S Aufzug
 - Barrierefreier Zugang, Umstiegsbahnsteig, nur U Aufzug
 - S+U Zugang über Rampe

Service

- Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) 10773 Berlin
- Service-Frage eine Antwort? Call Center (030) 29 44 9
- S-Bahn Berlin (030) 29 74 33 33

Stand: 09. Oktober 2006
© BVG Zentralverkehrsleitstelle (ZVL) Plan- und Fahrplandaten

Wie plant man ein Nahverkehrsnetz?

- Linienetz
- Tarifstruktur
- Betrieb
- Störungs-/Verspätungsmanagement



U Baumaßnahmen Gleisdreieck vom 18.08.2006 bis 21.12.2006

U-Bahnstr. = Wilmbergplatz Krümmen Lanke = Nollendorfplatz (= Gleisdreieck) Rüdigerstr. = Warschauer Str. Mo-Freitag, 6.30 Uhr bis 9.45 Uhr und von 16.30 Uhr bis 18.45 Uhr

Abfahrt 23

11

F

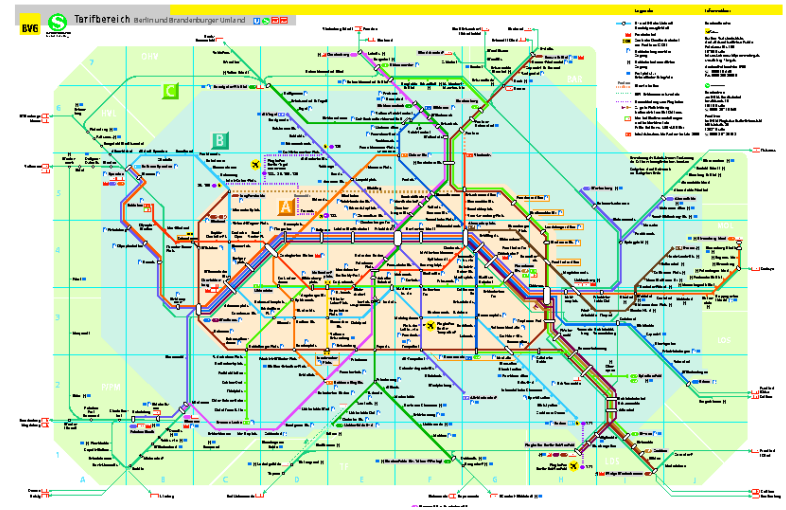
Unbestimmte Verspätung
Bitte Ansage beachten

M S

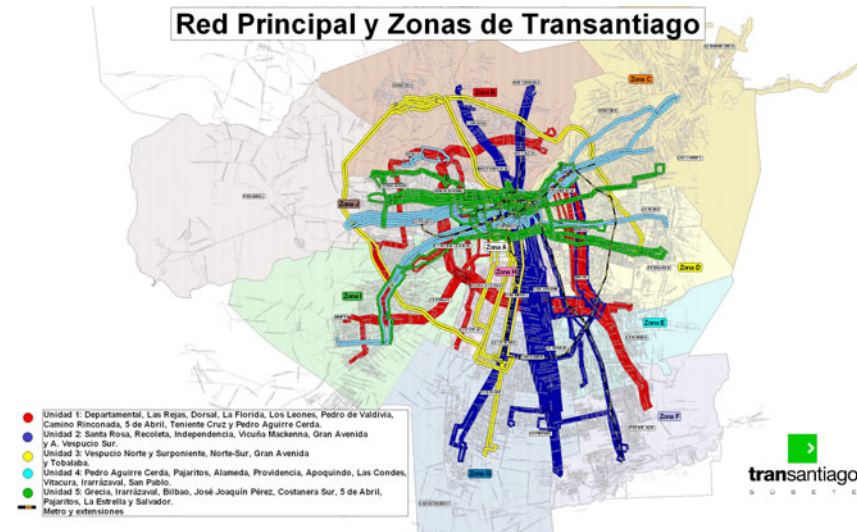
RHE

Santiago & Berlin

	<i>Santiago</i>	<i>Berlin</i>
Fläche	1.400 km ²	900 km ²
Einwohner	5,8 Mio.	3,4 Mio.
S-Bahn		164 Stationen 329 km Gleise 15 Linien
U-Bahn	52 Stationen 45 km Gleise 3 (+3) Linien seit 1975	170 Stationen 144 km Gleise 9 Linien
Tram		377 Stationen 188 km Gleise 21 Linien
Bus	7.000 Busse 3.000 Firmen	1.300 Busse



Red Principal y Zonas de Transantiago



Trassenkauf bei der DB

Mobility Networks Logistics



Geschäfte mit der Bahn | Reisen | Logistik | Unternehmen

[Startseite](#) | [Kontakt](#) | [Sitemap](#) | [FAQ](#) | [Hilfe](#)

Suche

[Neue Inhalte](#)

[Geschäfte](#) → [Infrastruktur & Energie](#) → [Fahrgeweg](#) → [Trassen](#)

→ [Einkauf & Verkauf](#)

→ [Fahrzeuge Straße/Schiene](#)

→ [Immobilien](#)

→ [Infrastruktur & Energie](#)

→ [Energie](#)

→ [Fahrgeweg](#)

→ [Netzzugang](#)

→ [Trassen](#)

→ [Leistungen](#)

→ [Trassen Güterverkehr](#)

→ [Trassen
Personenverkehr](#)

→ [Trassenpreise](#)

→ [Trassenpreisauskunft](#)

→ [Besonderheiten & Fristen](#)

→ [Formulare](#)

→ [Anlagen](#)

→ [Nebenleistungen](#)

→ [Ansprechpartner](#)

→ [Internationale Verkehre](#)

→ [Baustelleninformationen](#)

→ [NetzNachrichten](#)

→ [Abgabe Infrastruktur](#)

→ [Station](#)

→ [IT/TK Infrastruktur](#)

→ [Personaldienstleistungen](#)

→ [Weitere Serviceleistungen](#)

Trassennutzung für den Personen- und Güterverkehr

Hier finden Sie detaillierte Angebote und Preisinformationen zur Nutzung von Trassen der DB Netz AG für den Personen- und Gütertransport. Die zusätzlich angebotene Software unterstützt Sie bei der Kalkulation der Preise für Ihre gewünschte Trasse.

Leistungen



Leistungsangebot der DB Netz AG zur Bereitstellung von Bahninfrastruktur

Aufgabe der DB Netz ist es leistungsfähige Eisenbahninfrastrukturen sowie technische Anlagen und Einrichtungen marktgerecht zur Verfügung zu stellen. Das Leistungsangebot setzt sich aus den Produktfeldern Trassen, Anlagen und Infrastrukturanschlüsse zusammen.

[mehr](#)

Trassen Güterverkehr



Trassen für den Güterverkehr

Als Kunde im Güterverkehr haben Sie die Wahl zwischen mehreren Produkten. Je nach Nutzung wird zwischen Güterverkehrs-Express-Trassen, Güterverkehr-Standard-Trassen, Güterverkehr-Zubringer-Trassen und Güterverkehrs-LZ-Trassen unterschieden.

[mehr](#)

Trassen Personenverkehr



Trassen für den Personenverkehr

Die Personenverkehrs-Trassen lassen sich in vier verschiedene Kategorien einteilen. Als Kunde haben Sie die Wahl zwischen Personenverkehrs-Express-Trassen, Personenverkehrs-Takt-Trassen, Personenverkehrs-Economy-Trassen und Personenverkehrs-LZ-Trassen.

[mehr](#)

Trassenpreise



Gültige Preise ab dem 12.12.2004 und 11.12.2005

Hier finden Sie das seit dem 12.12.2004 gültige und ab dem 11.12.2005 geltende Trassenpreissystem mit seinen Anlagen sowie Streckenkategoriekarten als PDF-Dateien zum Download.



Besonderheiten & Fristen

Grundsätzliches zur Trassen-Anmeldung

Bei der Anmeldung von Trassen gibt es Besonderheiten und Fristen, die Sie unbedingt beachten müssen. Alle Informationen zu diesem Thema finden Sie hier.

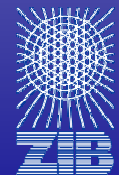
[mehr](#)

Formulare

Formulare als PDF-Download

Wenn Sie als Eisenbahnverkehrsunternehmen Trassen anmelden möchten, müssen Sie für Ihre Anmeldung bestimmte Formulare verwenden. Diese Formulare nebst Erläuterung finden Sie hier.

[mehr](#)



Trassenanmeldung

DB Netz

Deutsche Bahn Gruppe

 Trassenanmeldung / Trassenstudie / Fahrzeitrechnung / Preisanfrage / Fahrplananpassung
 (Zutreffendes bitte ankreuzen)

für Güterzugtrassen

Zugart	Zugnummer	Nutzungsdauer	bestehende Vergleichstrasse	Innere Bearbeitungs-D. Kunde	Kunden-Nr.	Eingang der Anmeldung
Kunde, Bevollmächtigter laut ABN			Telefon	Fax	E-Mail	

Gewünschtes Trassenprodukt

 Express-Trasse

 Standard-Trasse
 gewünschte Systemtrasse:

 Zubringer-Trasse

 Zur Zubringer-Trasse gehörende
 Standard-Trasse:

Verkehrszeitraum

ab Ort	Zugartgattung	Verkehrszeitraum	Zusatztage	Ausfalltage	Konstruktionspielraum
--------	---------------	------------------	------------	-------------	-----------------------

Betrieblich-technische Angaben (Zugcharakteristik)

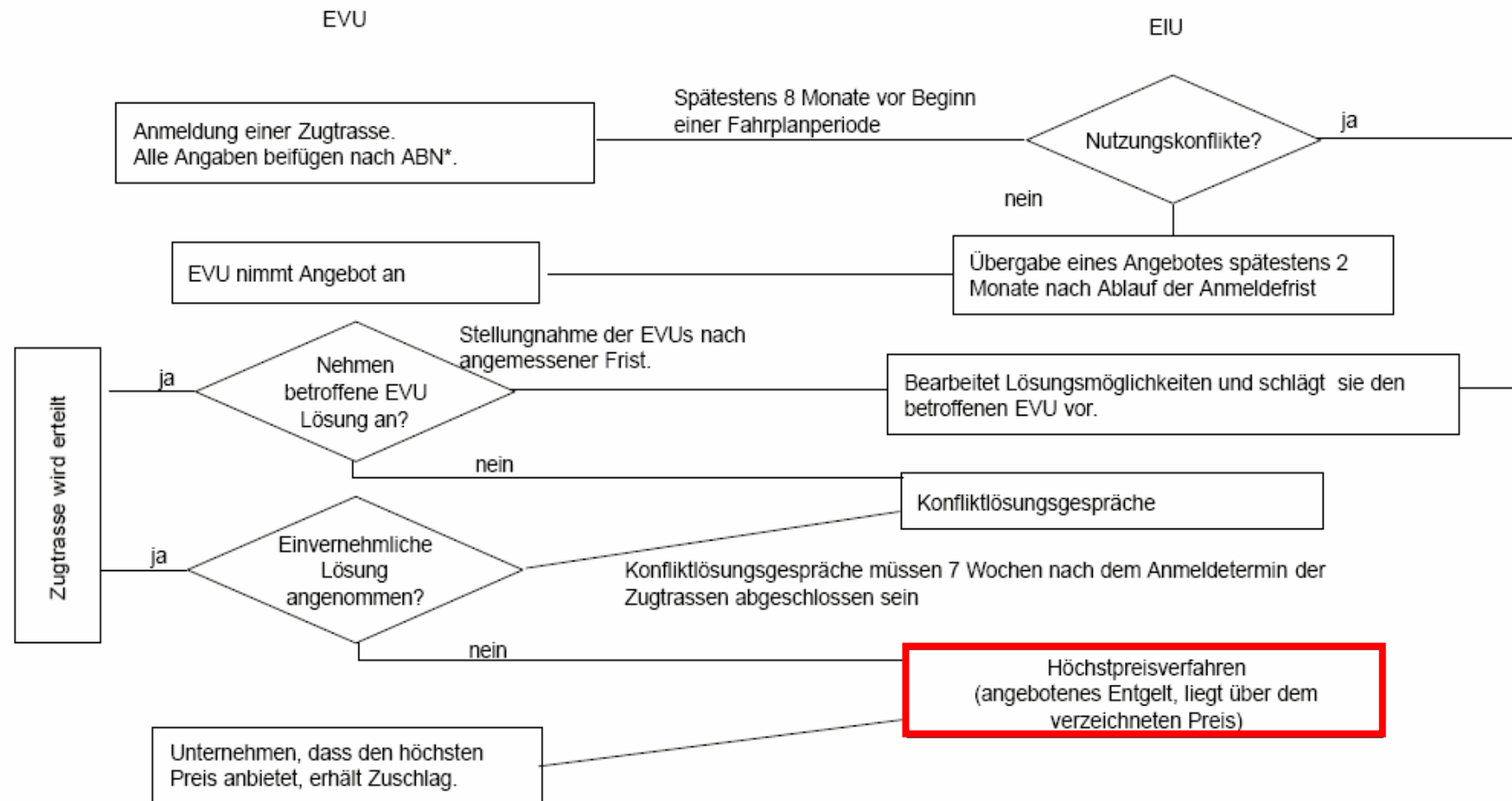
ab Ort	Vmax	Tfz 1	Tfz 2	Schiebel	gekuppelt	Last	Biernsstellung	B/H	Länge	EBuLa	Besonderheiten, LU, KIV, Gefahrgut
--------	------	-------	-------	----------	-----------	------	----------------	-----	-------	-------	------------------------------------

Trassenzeiten

Kundenanmeldung							Konstruktionsergebnisse			
Ort	Gleis	Ank	Hal	Art	Abf	Vorgaben/Änderungen der Zugcharakteristik	1		2	
							Ank	Abf	Ank	Abf



Höchstpreisverfahren



*Besondere Daten, z. B. fahrdynamische Daten von Triebfahrzeugen, müssen 14 Tage vor der Trassenanmeldung abgegeben werden.

- Home
- World
- Companies
- By sector
 - Aerospace & defence
 - Autos
 - Basic industries
 - Consumer industries
 - Drugs & healthcare
 - Energy Utilities Mining
 - Financial services
 - IT
 - Media & internet
 - Property
 - Retailing & leisure
 - Telecoms
 - Transport**
- By region
- Companies A-Z
- Markets
- Market data
- Managed funds
- Lex
- Comment & analysis
- Technology
- Business Life
- Business education
- Your money
- Arts & Weekend
- Most read
- In depth
- Reports
- Site map
- Jobs & classified
- Services & tools

Deutsche Bahn unlikely to be split up

By Richard Milne in Frankfurt
Published: August 24 2006 18:42 | Last updated: August 24 2006 18:42

Deutsche Bahn should be allowed to keep hold of the track network when Germany's state-owned rail operator is privatised in the coming years, the government said on Thursday.

The debate over whether to float Deutsche Bahn whole or to break it up has raged for years, pitting the company's management against senior politicians and rival executives. Although the government's decision — announced by Wolfgang Tiefensee, transport minister, after a meeting with the chancellor Angela Merkel — is not the final word, it sets the tone for parliamentary discussions this year on which type of privatisation to pursue. The most likely outcome is now that Deutsche Bahn is allowed to operate on the track but that the legal ownership for the network remains in state hands under a so-called *Eigentumsmodell*.

Politicians and executives are keen to avoid the situation in the UK where splitting the operators from the network has been widely criticised.

Deutsche Bahn, which observers estimate is worth €10bn-€15bn (\$12.7bn-\$19.1bn), would be likely to float in 2008 or 2009 in one of the largest, and most politically charged, market offerings in Germany for a decade.

Hartmut Mehdorn, chief executive, believes strong profitability can only be achieved through an integrated company but some politicians believe the Bahn might cut investments in the network under pressure from the capital markets, leaving the government to pick up the bill.

Another highly political IPO — that of conglomerate RAG — also became more likely this week.

RAG is hoping to float next year and intends to use the proceeds from an IPO of its chemicals, property and energy businesses to cover the remaining liabilities from its coal activities, which it wants the government to take control of.

The plans have run into opposition from many investment banks, who believe the company is worth more split up than floated as a conglomerate, and local politicians, who fear they might not have enough money to cover the liabilities and lay-off costs for miners.

EDITOR'S CHOICE

- Long and winding route to sell-off
- Deutsche Bahn plans Bax move

LATEST SECTOR NEWS

- Security turmoil costs BA £40m
- Oasis Airlines aims to carve long-haul niche
- Security turmoil fails to depress EasyJet
- Fuel costs fail to cool Arriva advance
- Alitalia disrupted by 24-hour strike
- Vinci chief sticks to his strategy
- Eurotunnel's UK arms challenged
- Capita's C-charge term extended
- Booming shipping industry warns on taxation changes
- Investors meet for Autostrade, Abertis talks



PRIVATE EQUITY
news and features
in association with *candover*

In depth
Investment banking

CLASSIFIED

- JOBS**
- SEARCH
- Financial Controller**
Recruiter: Robert Walters
 - Junior VP/Senior Assoc - ECM Hong Kong**
Recruiter: Marks Sattin
 - Accountant- IFRS conversion Project**
Recruiter: IMS Worldwide
 - Financial Analyst- Corporate Banking**
Recruiter: IMS Worldwide

BUSINESS SERVICES DIRECTORY

Select category
 UK US

Accounting Firms
 Business Intelligence
 Business Process Manag
 CFD Trading, Spread Be

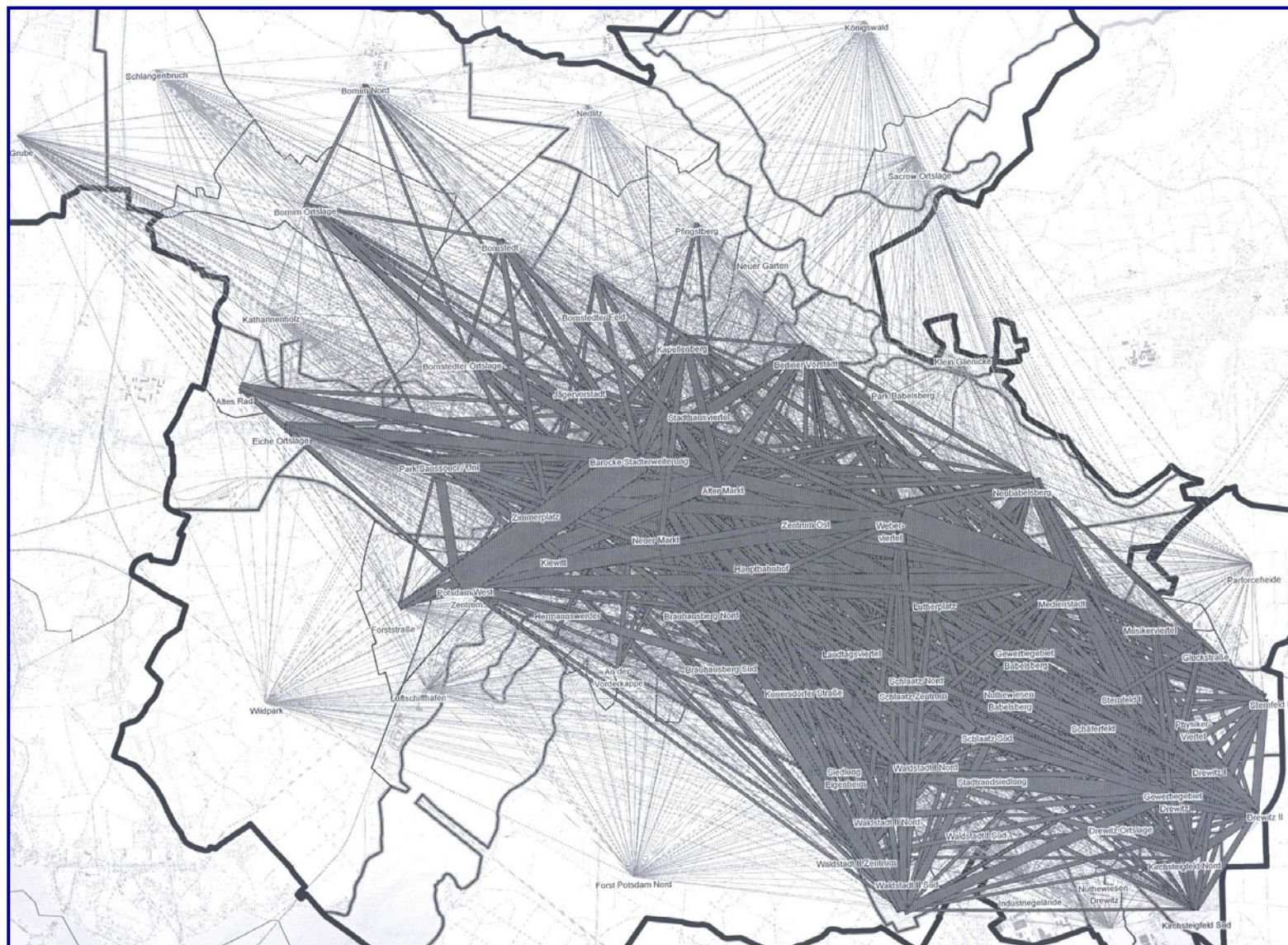
Powered by **directory**

- BUSINESSES FOR SALE**
- JFL Automotive Limited**
Location: West Midlands, United Kingdom
 - Website Wonders**
Location: United Kingdom
 - Barbury Shooting School Wroughton Wiltshire**
Location: Wiltshire, United Kingdom
 - BATHROOM PRODUCTS MANUFACTURER**
Location: United Kingdom

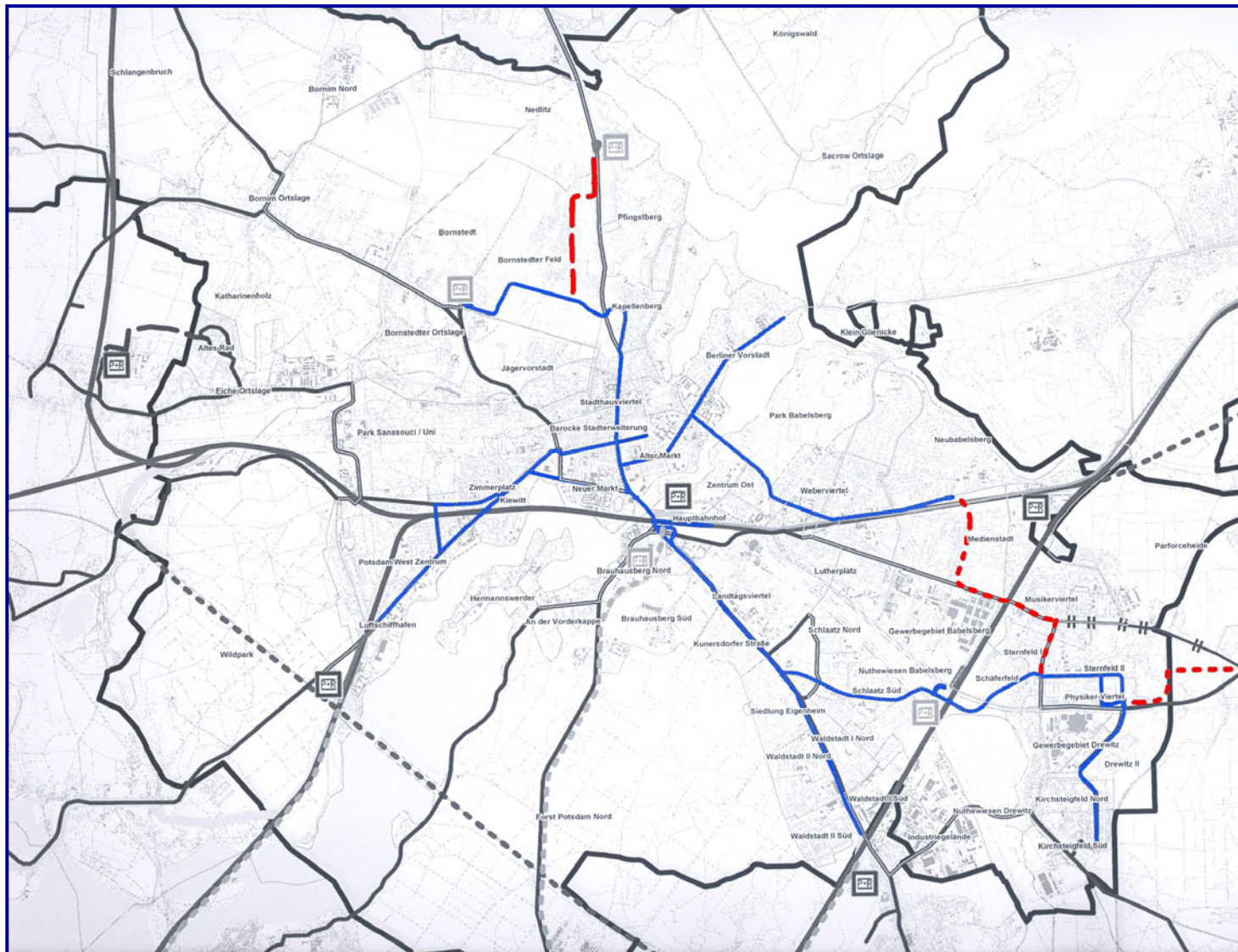
- CONTRACTS AND TENDERS**
- Konkan Railway Corporation Tender Notice**
Contact: Konkan Railway Corporation

Subscribe to FT.com

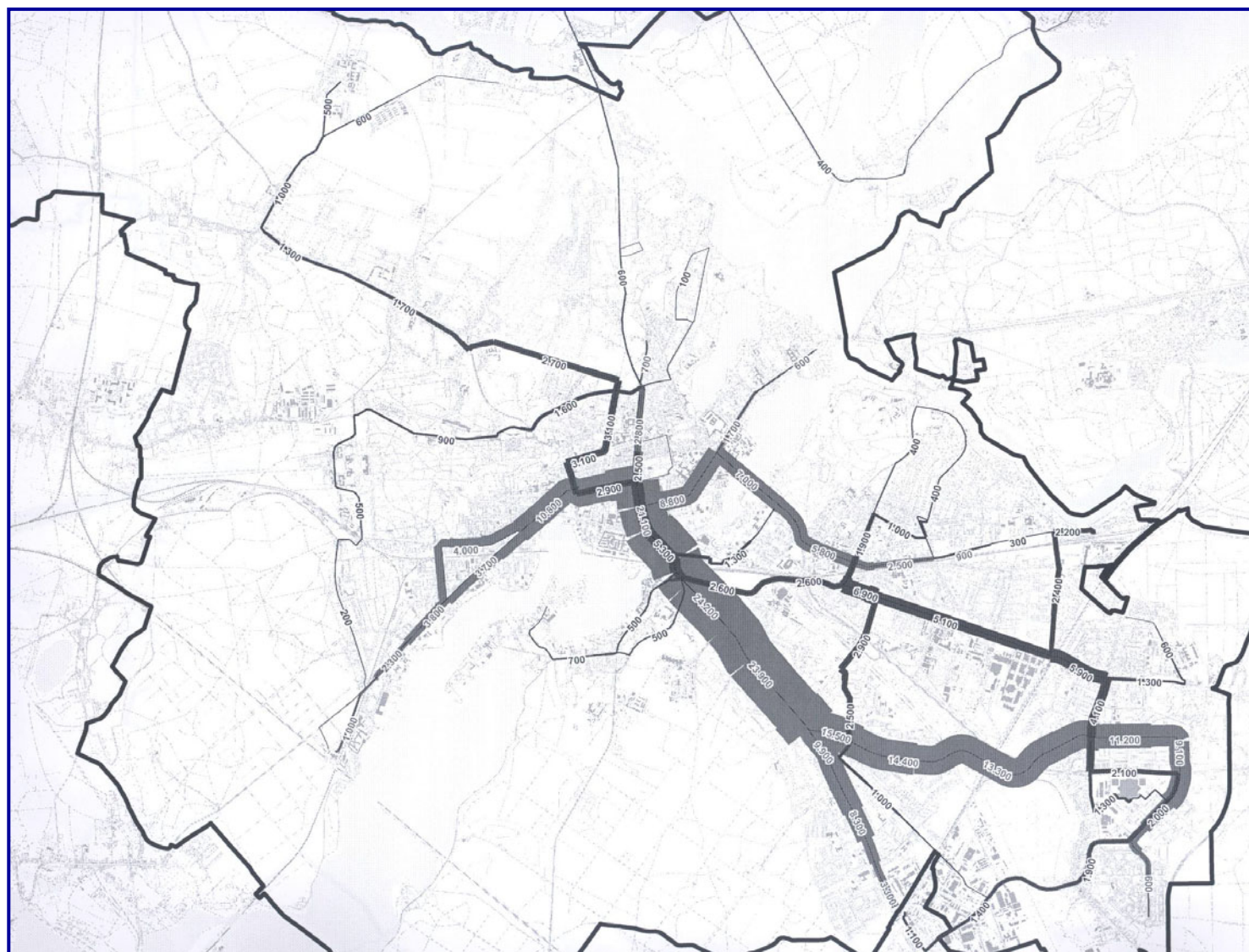
Quelle-Ziel-Matrix (Nachfrage)



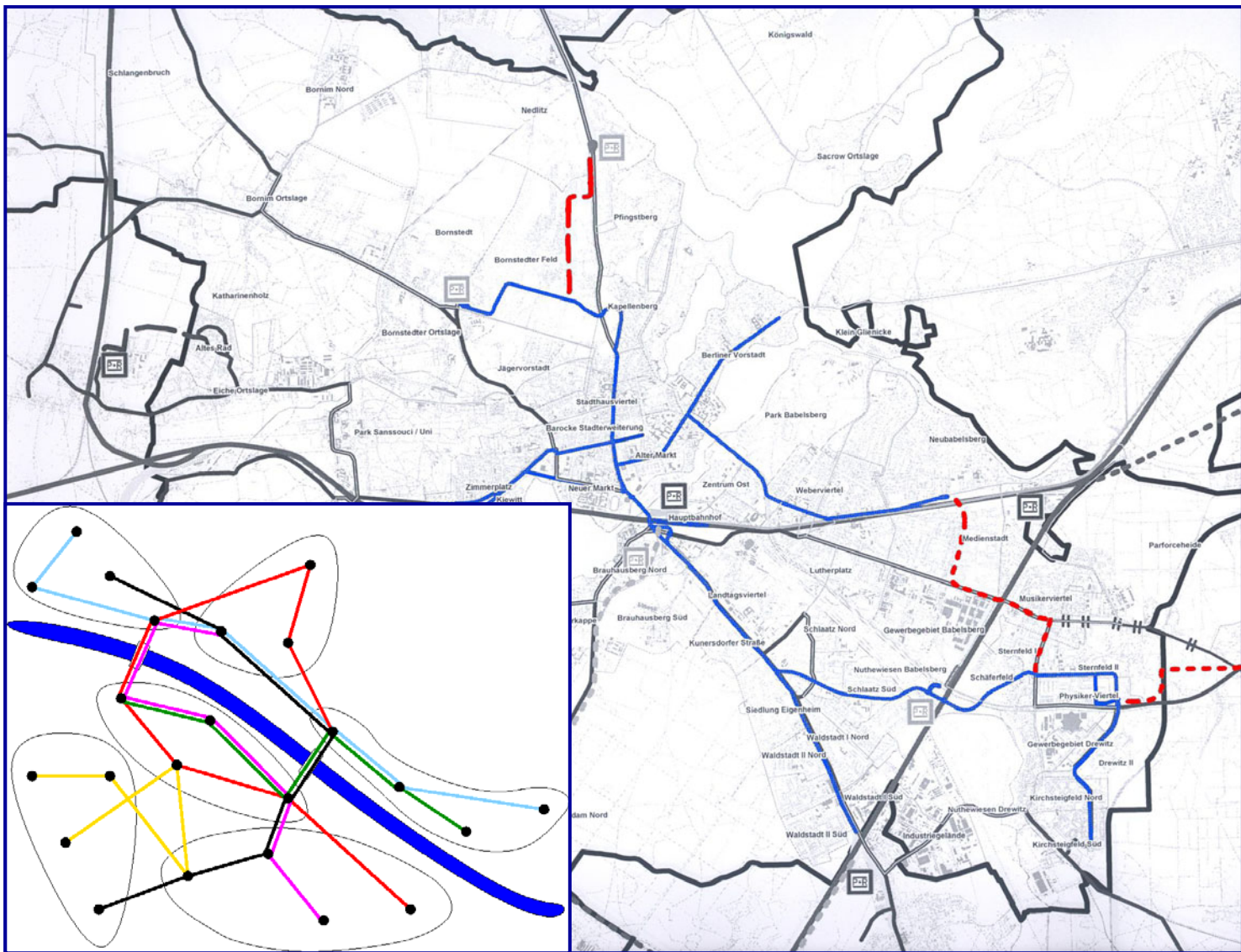
Netzergänzung (Varianten)



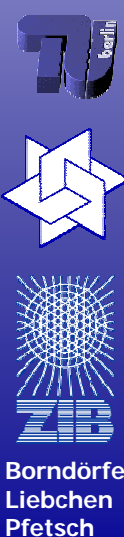
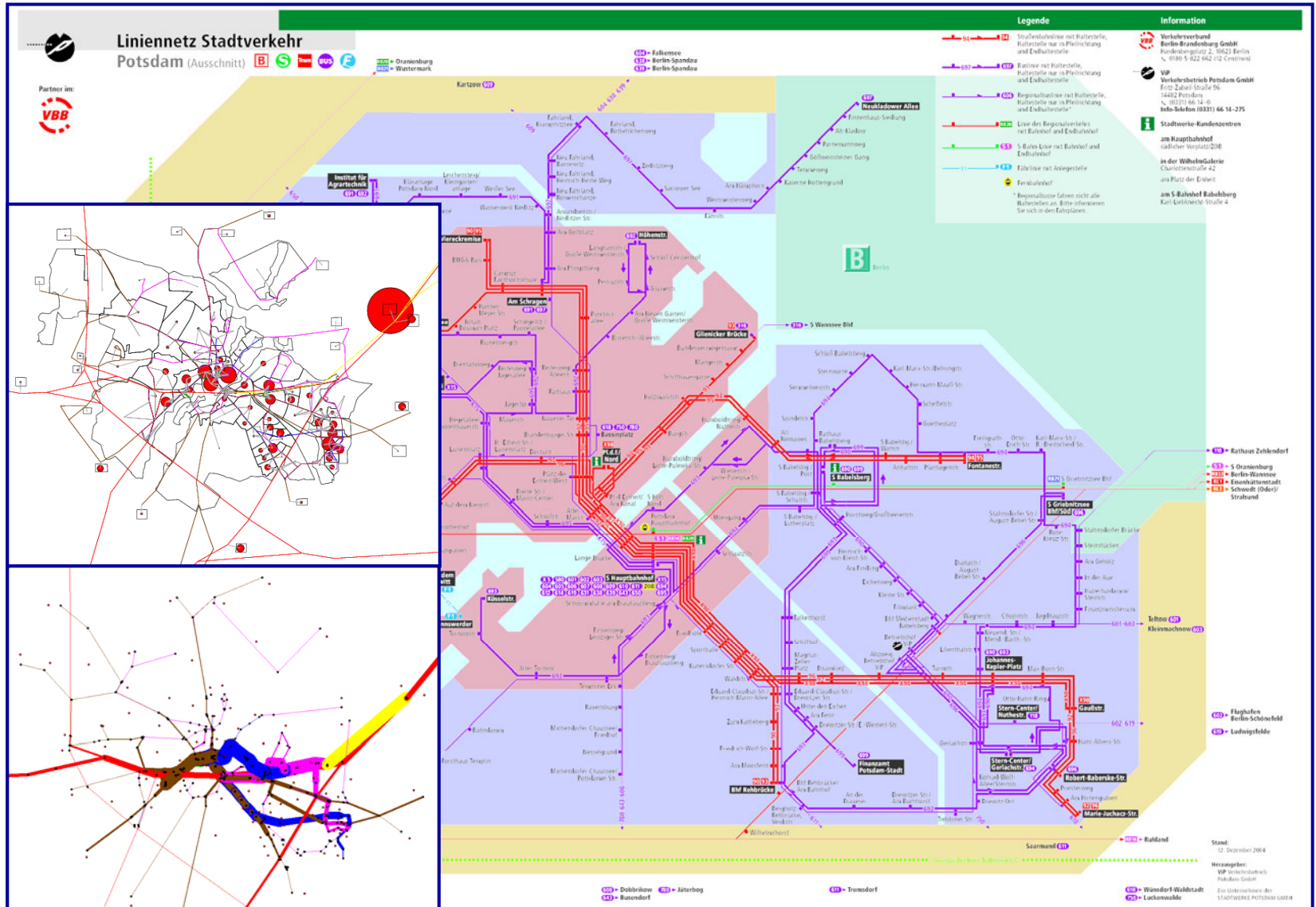
Passagierfluß (Umlegung)



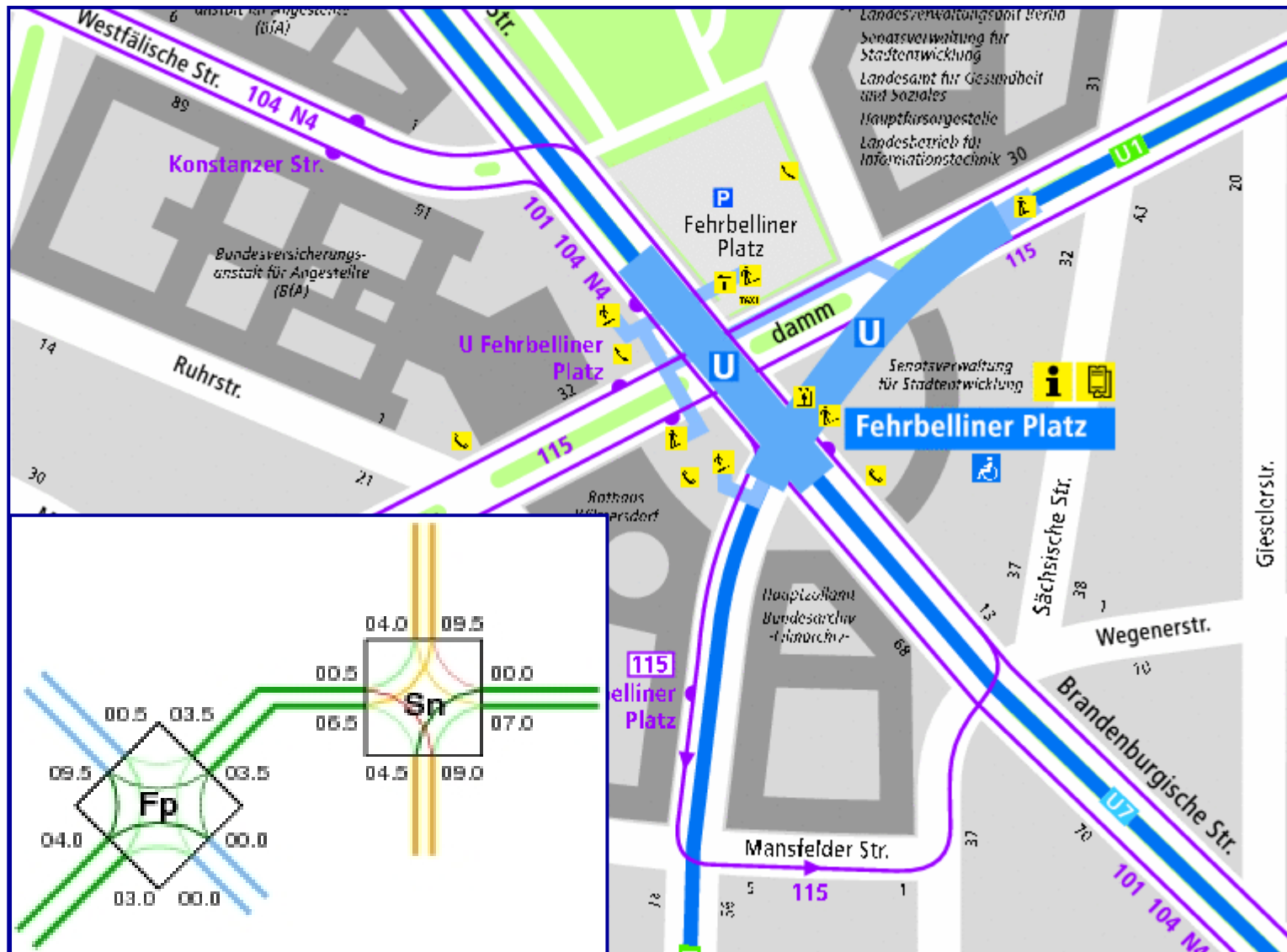
Netz



Linien



Anschlüsse



Preise

Weitere Fahrausweise erhalten Sie in unseren Bussen und Straßenbahnen an den Automaten im ersten Wagenzug.

Tarif ab 1.4.2004 für Potsdam und Umland (ohne Stadt Berlin)

Tarifbereich	A B B C		A B C	
	EUR	EUR	EUR	EUR
Bartarif				
Einzelfahrausweis				
Kurzstrecke Potsdam	Regeltarif	1,00		
(6 Haltestellen, Fähre)	Ermäßigungstarif*	0,80		
Einzelfahrt (60 Minuten)	Regeltarif	1,40	2,20	
	Ermäßigungstarif*	1,10	1,70	
Tageskarte				
Karte für 1 Person	Regeltarif	3,20	5,00	
	Ermäßigungstarif*	2,40	3,80	
Kleingruppenkarte (bis max. 5 Personen)		8,10	13,00	
Schülergruppenkarte (ab 10 Pers./Preis p. P/ bis Klassenst. 8)		1,60	2,50	
Anschlussfahrausweis (60 Minuten)			1,10	
(Ergänzung für fehlenden Tarifbereich)				

Tarif ab 1.4.2004 für Berlin und Umland (mit Stadt Potsdam)

Tarifbereich	A B		B C		A B C	
	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
Bartarif						
Einzelfahrausweis						
Kurzstrecke Berlin	Regeltarif	1,20				
	Ermäßigungstarif*	1,00				
Einzelfahrt (120 Minuten)	Regeltarif	2,00	2,25	2,60		
	Ermäßigungstarif*	1,40	1,55	1,90		
Tageskarte						
Karte für 1 Person	Regeltarif	5,60	5,70	6,00		
	Ermäßigungstarif*	4,20	4,30	4,50		
Kleingruppenkarte (bis max. 5 Personen)		14,00	14,30	15,00		
Schülergruppenkarte (ab 10 Pers./Preis p. P/bis Klassenst. 8)		2,20		3,30		
Anschlussfahrausweis (120 Minuten)			1,30			

Für Potsdam und die anderen kreisfreien Städte sowie Berlin sind spezifische Tarifbereiche definiert, die sich in unterschiedliche Teilbereiche A, B und C gliedern.

Für Potsdam: **A** engeres Stadtgebiet

B übriges Stadtgebiet¹⁾

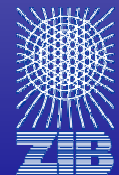
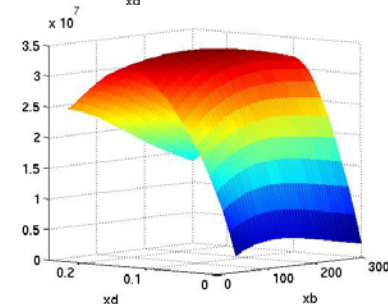
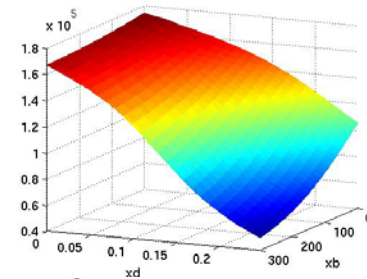
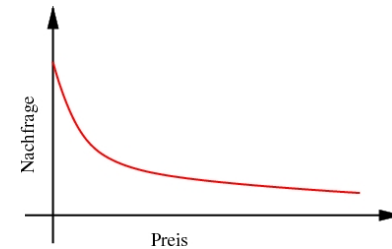
C Umland-Gebiet

Für Berlin: **A** City-Bereich Berlin
einschl. innerer S-Bahnring

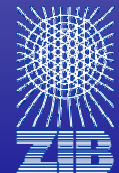
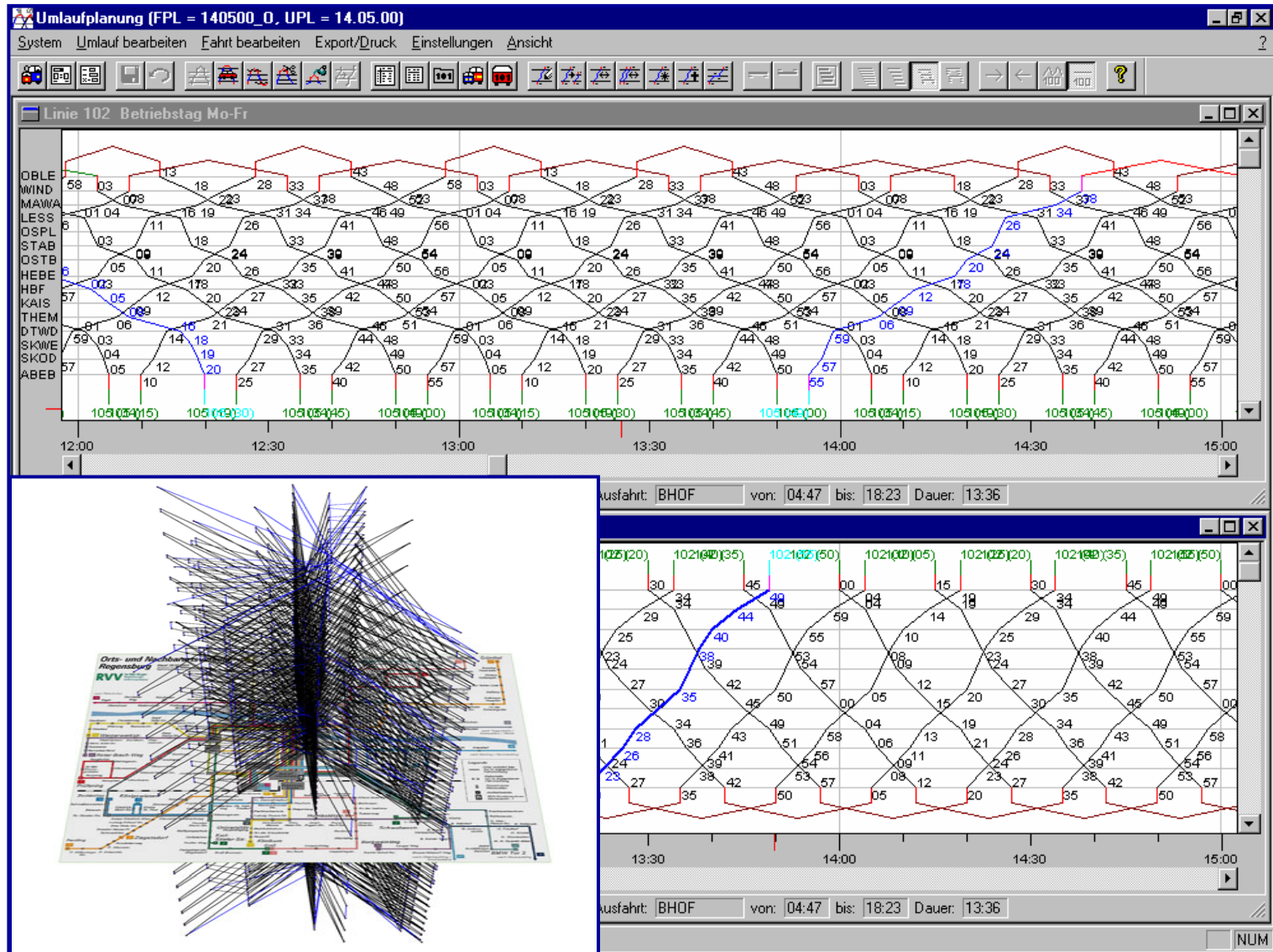
B übriges Stadtgebiet

C Berlin Umland-Gebiet Berlin
einschl. Stadt Potsdam bis ca. 15 km ab Stadtgrenze

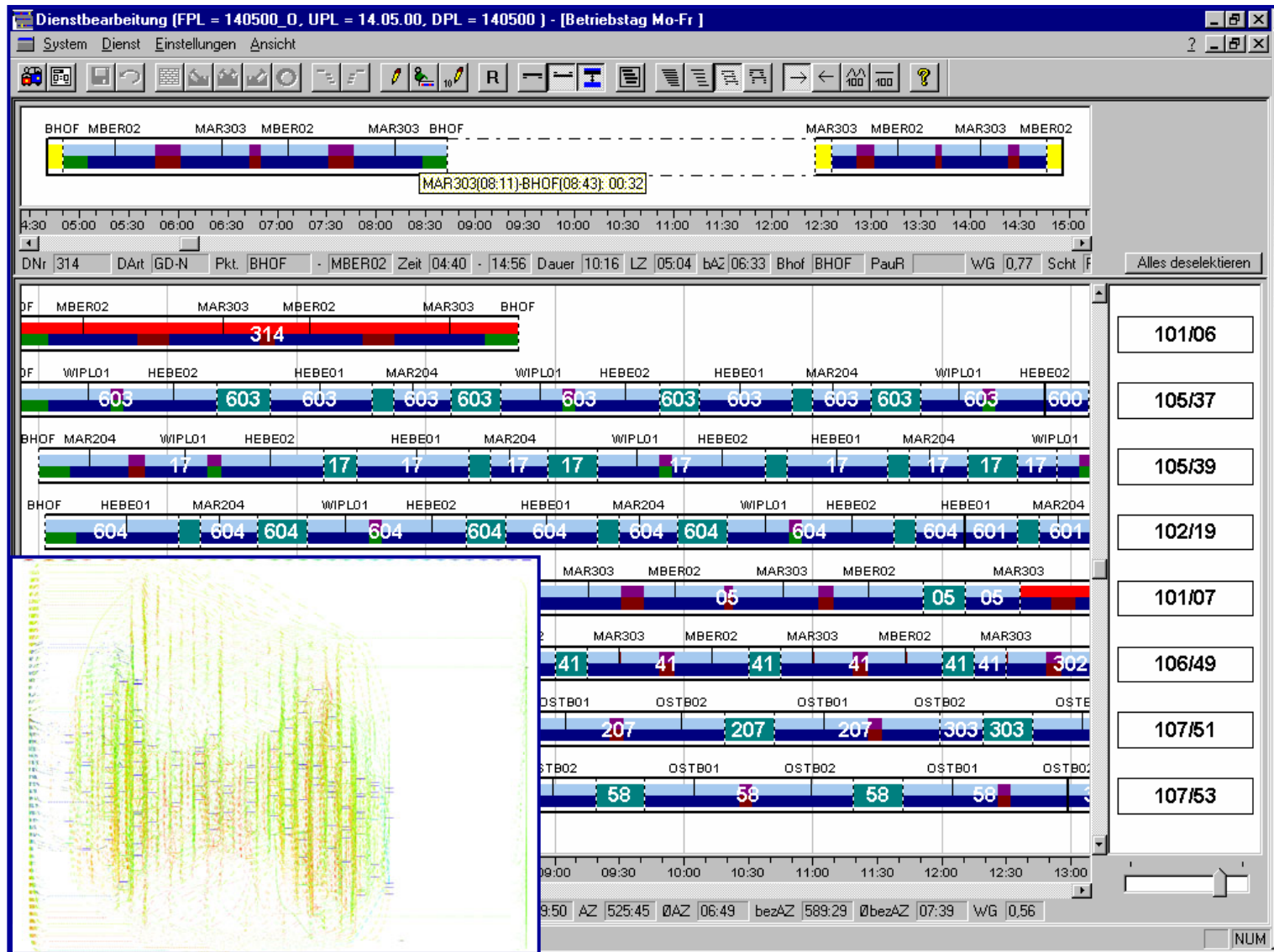
¹⁾ außer Ortsteile Groß Glienicke, Marquardt, Satz Korn, Fahrland, Neu Fahrland, Paaren, Uetz und Goltm



Umläufe



Dienste



Dienstreihenfolge

Einsatzplanmatrix

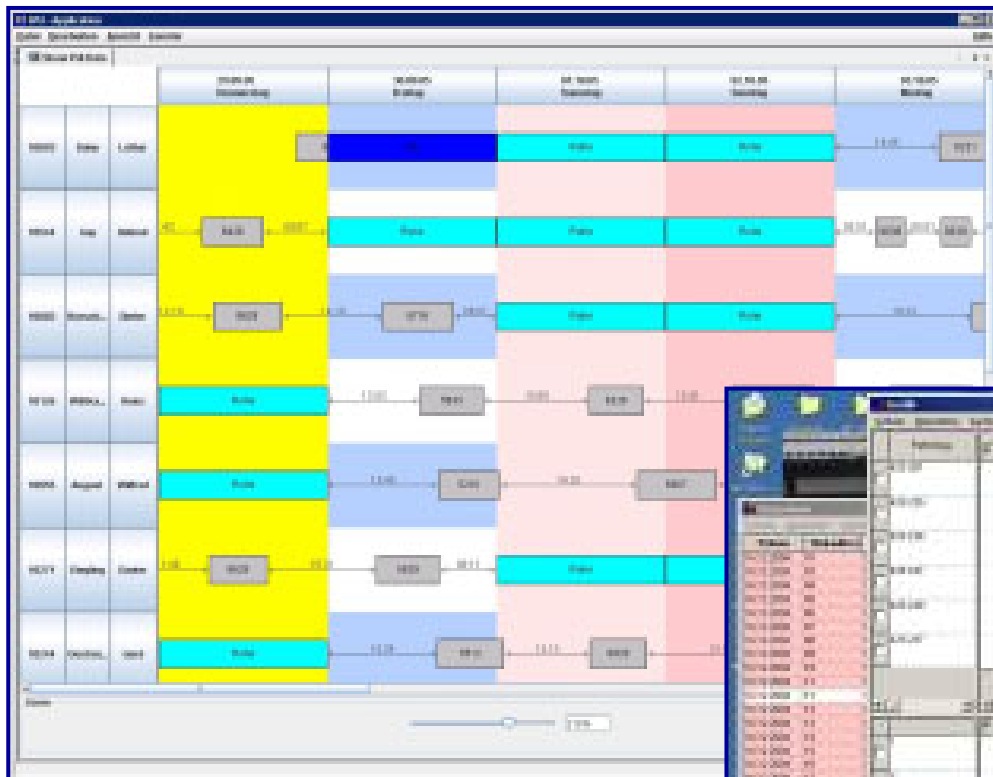
System Auswahl Bearbeiten Schema Ansicht Einstellungen Auswertungen Hilfe

Plan 1

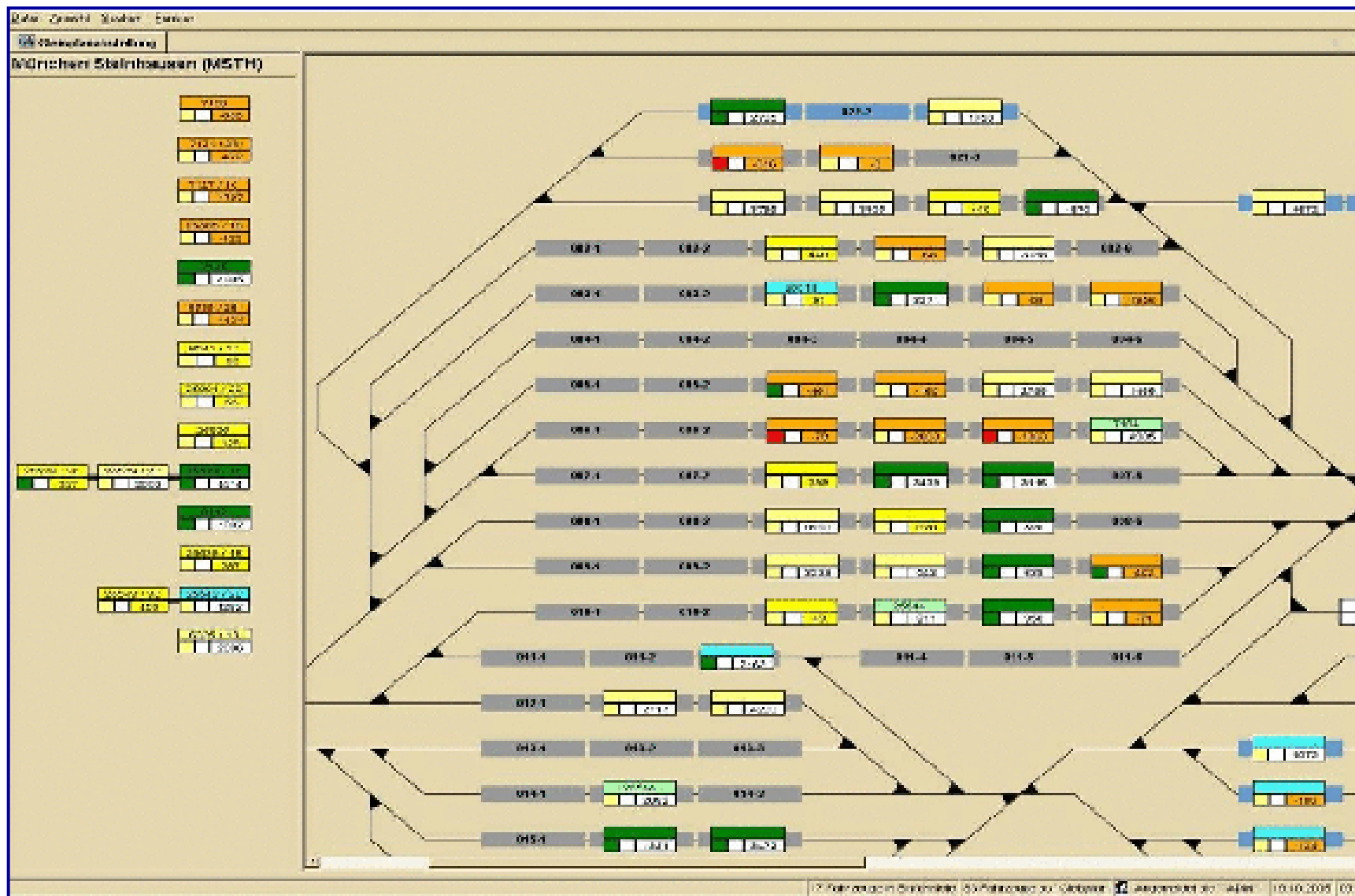
	Do 01.06.00 So 140500	Fr 02.06.00 Mo-Fr 140500	Sa 03.06.00 Sa 140500	So 04.06.00 So 140500	Mo 05.06.00 Mo-Fr 140500	Di 06.06.00 Mo-Fr 140500	Mi 07.06.00 Mo-Fr 140500	Do 08.06.00 Mo-Fr 140500	Fr 09.06.00 Mo-Fr 140500	Sa 10.06.00 Sa 140500	So 11.06.00 So 140500	Mo 12.06.00 So 140500	Di 13.06.00 Mo-Fr 140500	Mi 14.06. Mo-F 140500
1	704	R		Free	Free	86	704	307	86	E Free		Free	Free	705
2	307	86	E Free		Free	Free	705	303	705	E Free	52	704	Free	Free
3	303	705	E Free	52	704	Free	Free	R	704	35	64	309	701	Free
4	R	704	35	64	309	701	Free	Free	309	04	35	311	705	306
5	Free	309	04	35	311	705	306	Free	Free	42	16	304	704	303
6	Free	Free	42	16	304	704	303		Free	Free		307	309	701
7		Free	Free		307	309	701	705	R	Free	Free	306	311	309
8	705	R	Free	Free	306	311	309	701	311		Free	Free	304	311
9	701	311		Free	Free	304	311	309	306	R	65	Free	Free	304
10	309	306	R	65	Free	Free	304	311	304	24	700	303	Free	Free
11	311	304	24	700	303	Free	Free	314	314	06	703	701	307	Free
12	314	314	06	703	701	307	Free	Free	303	23	702	314	306	307
13	Free	303	23	702	314	306	307	Free	Free	05	701	18	59	59
14	Free	Free	05	701	18	59	59	59	Free	Free	05	59	314	314
15	59	Free	Free	05	59	314	314	304	72	Free	Free	72	18	18
16	304	72	Free	Free	72	18	18	18	59		Free	Free	72	72
17	18	59		Free	Free	72	72	72	18	17		705	303	86



Fahrzeug- und Personaldisposition

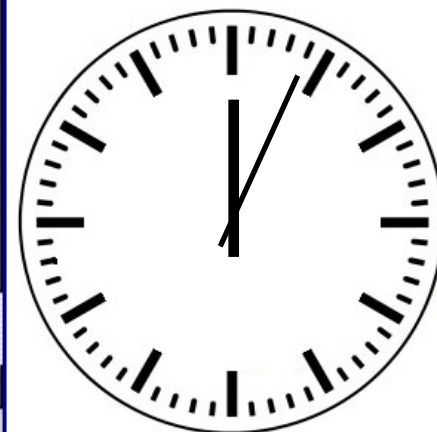


Betriebshofplanung

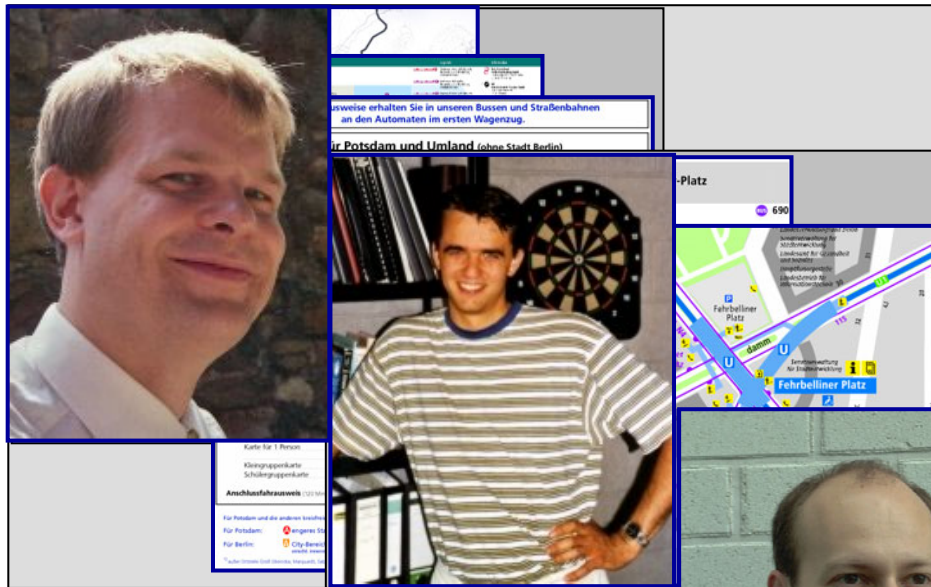


Betriebsleitung

Zugf...	Li...	Uml...	Soll...	Soll-Fzg	Soll-Z...	Ist-Fzg	R...	Ist-Zusi	f ▲
7255	S2	217	1B	423 221	11:48	423 221	0	1B	
7255	S2	227	2B	423 058	11:48	423 058	0	2B	
7555	S5	507	1B	423 365	11:51	423 365	0	1B	
7555	S5	508	2B	423 219	11:51	423 219	0	2B	
7155	S1	128	1B	423 182	11:53	423 182	0	1B	
7155	S1	127	2B	423 159	11:53	423 159	0	2B	
7855	S8	822	1B	423 288	11:55	423 288	0	1B	
7855	S8	823	2B	423 148	11:55	423 148	0	2B	
7455	S4	408	1B	423 318	11:58	423 318	0	1B	
7455	S4	409	2B	423 282	11:58	423 282	0	2B	
7755	S7	714	1B	423 269	12:02	423 269	+4	1B	
7755	S7	713	2B	423 169	12:02	423 169	+4	2B	
7655	S6	602	1B	423 225	12:04		0		
7655	S6	601	2B	423 155	12:04	423 155	0	1A	
7257	S2	226	1B	423 115	12:08				
7257	S2	205	2B	423 183	12:08				
7557	S5	518	1B	423 235	12:11				
7557	S5	519	2B	423 106	12:11				
7157	S1	115	1B	423 079	12:13				
7157	S1	114	2B	423 267	12:13				
7857	S8	820	1B	423 174	12:15				
7857	S8	821	2B	423 285	12:15				
7457	S4	412	1B	423 281	12:18				
7457	S4	413	2B	423 264	12:18				
7757	S7	708	1B	423 167	12:22				
7757	S7	707	2B	423 075	12:22				
7657	S6	615	1B	423 066	12:24				



Planungsprozeß im ÖPNV



Operative Planung

Angebotsplanung

- Preis-/Linienplanung
- Fahrplanung

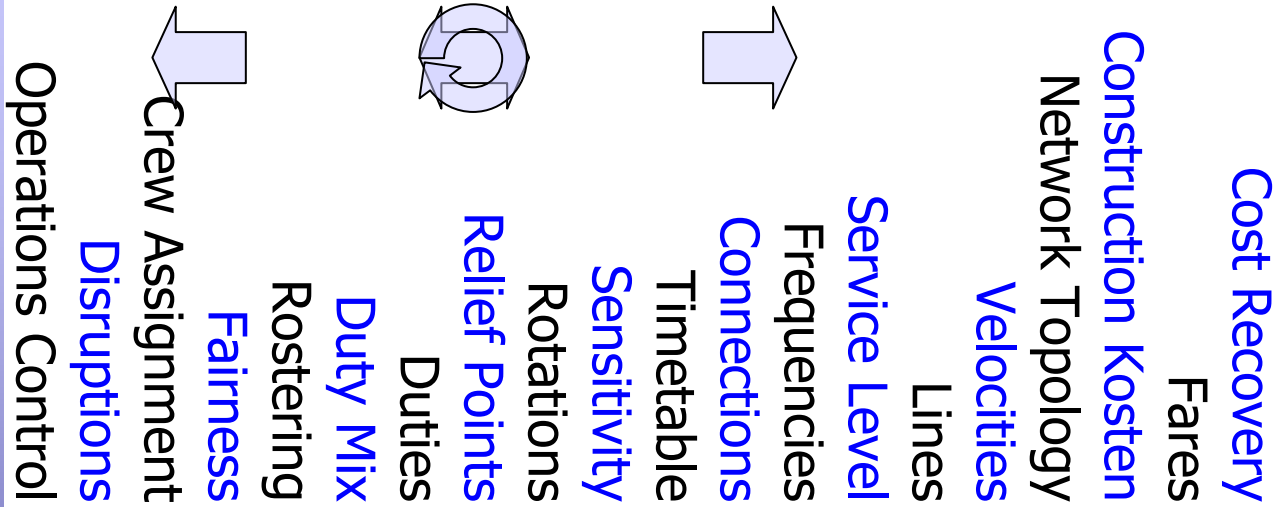


Betriebsleitung

Zugf.	Li.	Uml.	SoL.	SoL-Fzg	SoL-Z.	Ist-Fzg	R.	Ist-Zusi	I.
7255	S2	217	1B	423 221	11:48	423 221	0	1B	
7255	S2	227	2B	423 058	11:48	423 058	0	2B	
7555	S5	507	1B	423 365	11:51	423 365	0	1B	
7555	S5	508	2B	423 219	11:51	423 219	0	2B	
7155	S1	128	1B	423 182	11:53	423 182	0	1B	
7155	S1	129	2B	423 182	11:53	423 182	0	2B	
7655	S6	602	1B	423 225	12:04	423 225	0	1B	
7257	S2	226	1B	423 115	12:08	423 115	0	1A	
7257	S2	205	2B	423 183	12:08	423 183	0	2B	
7957	S9	918	1B	423 235	12:11	423 235	0	1B	
7957	S9	919	2B	423 106	12:11	423 106	0	2B	
7157	S1	115	1B	423 078	12:13	423 078	0	1B	
7157	S1	114	2B	423 267	12:13	423 267	0	2B	
7957	S9	920	1B	423 174	12:15	423 174	0	1B	
7957	S9	921	2B	423 385	12:15	423 385	0	2B	
7457	S4	412	1B	423 281	12:18	423 281	0	1B	
7457	S4	413	2B	423 264	12:18	423 264	0	2B	
7757	S7	708	1B	423 167	12:22	423 167	0	1B	
7757	S7	707	2B	423 075	12:22	423 075	0	2B	
7657	S6	616	1B	423 062	12:34	423 062	0	1B	



Ziele der Veranstaltung



multidepartmental

Departments

multidepotwise

Depots

multiple line groups

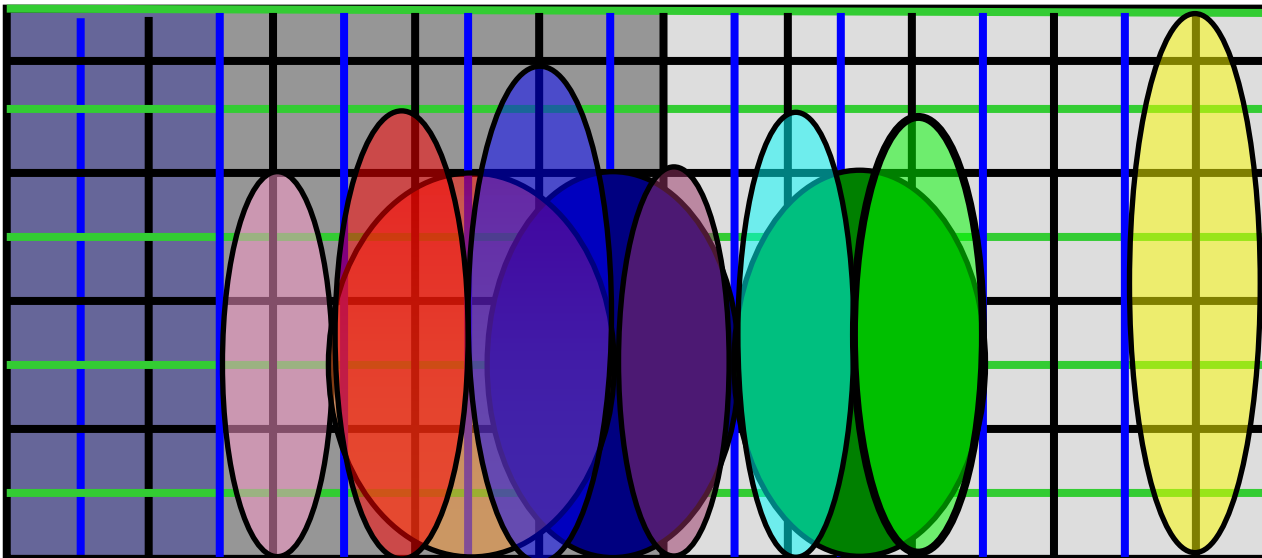
Line Groups

multiple lines

Lines

multiple rotations

Rotations



Reihenr.

Dienste

Umläufe

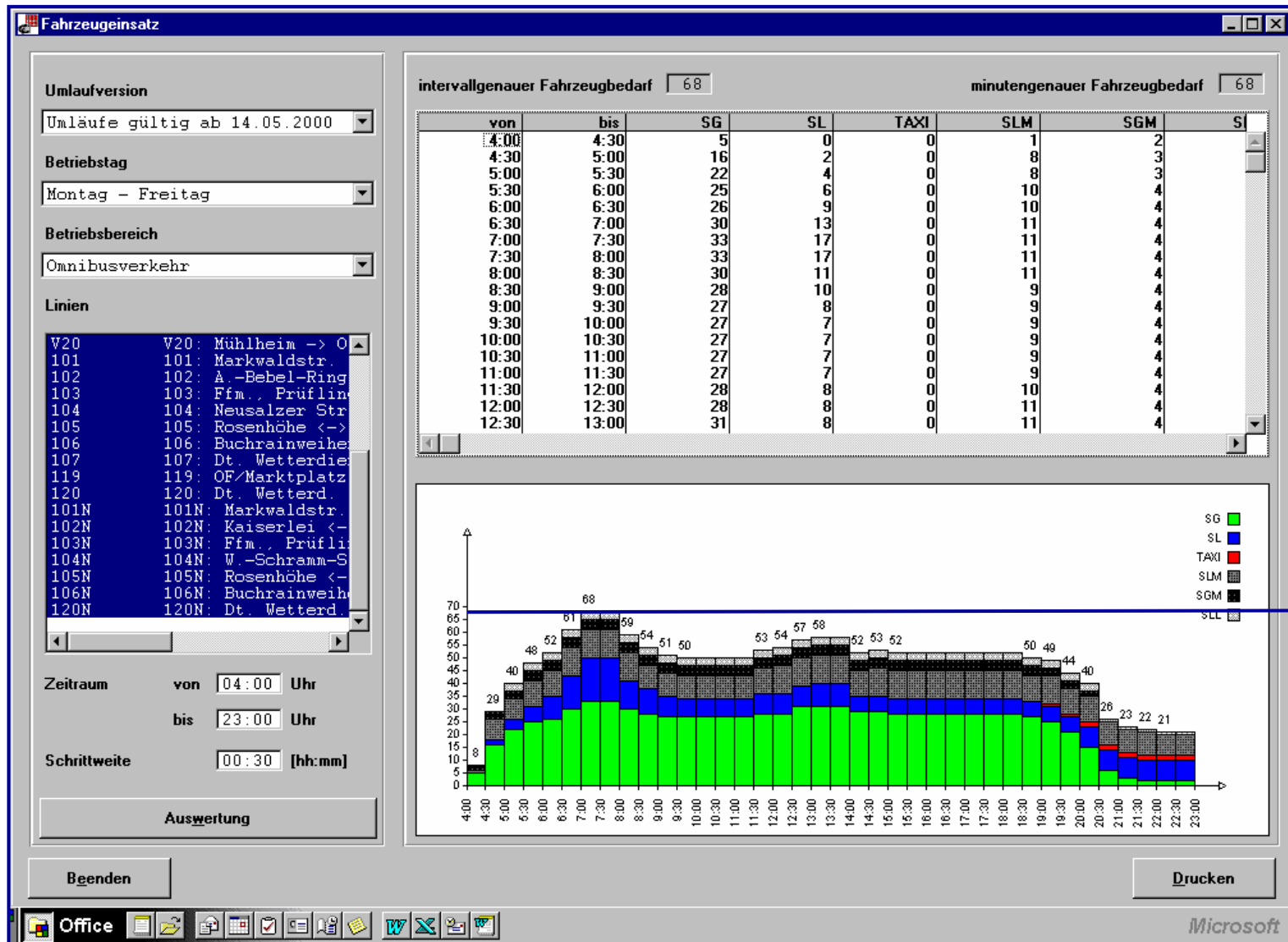
Fahrten

Anschl.

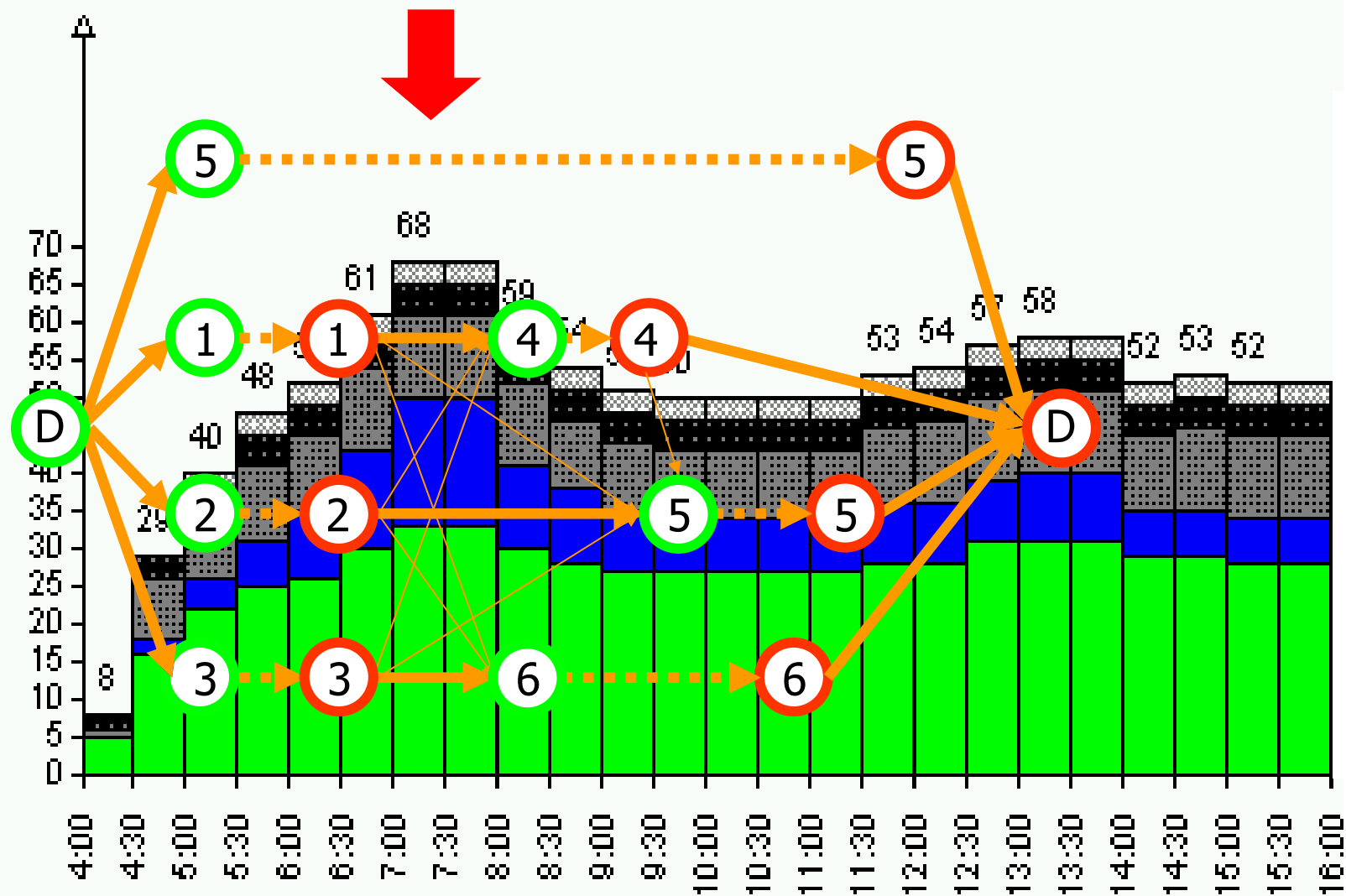
Linien

Preise

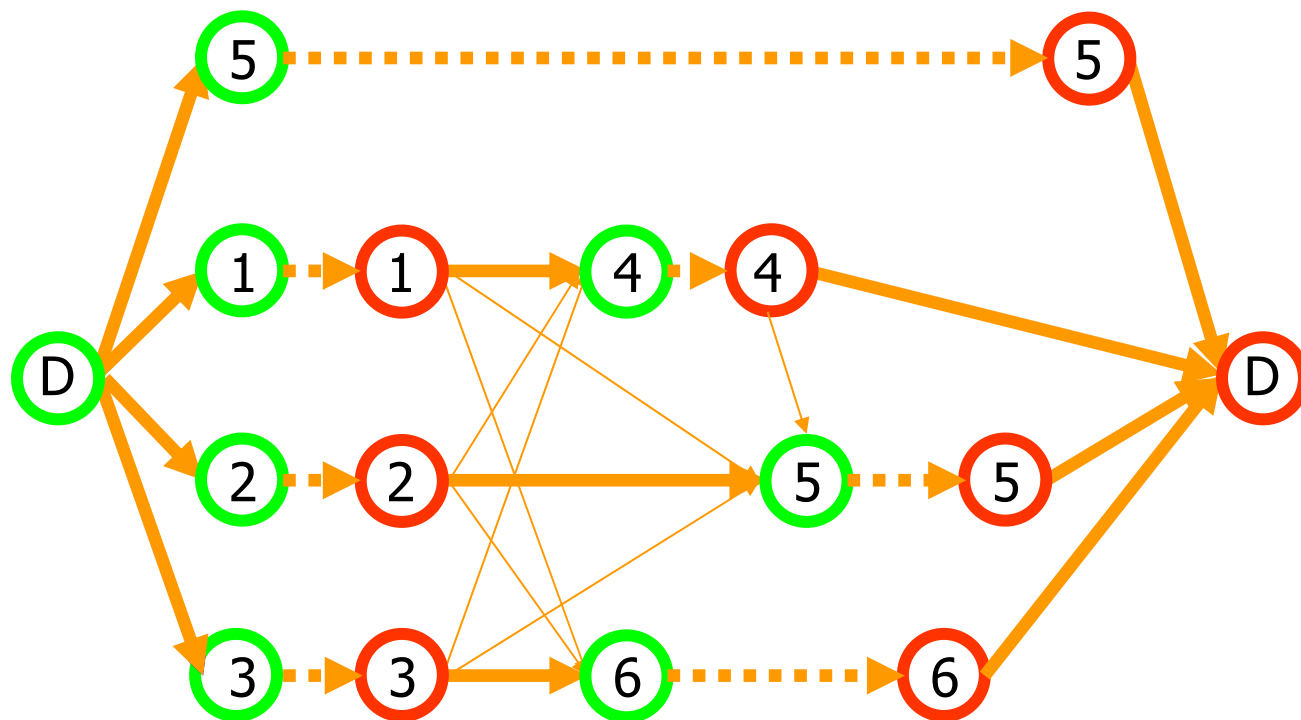
„Kamelkurve“



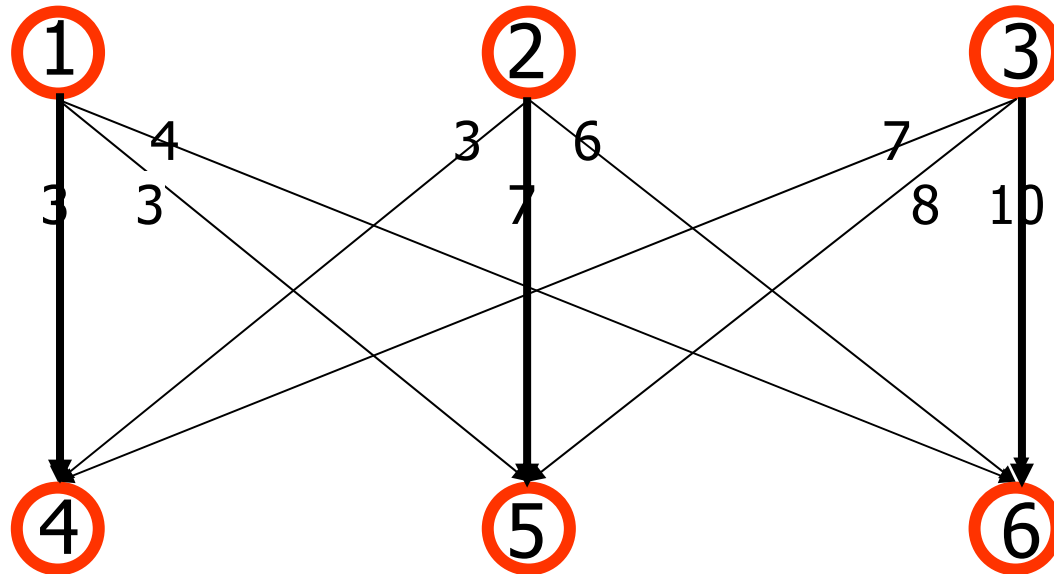
Umlaufplanungsproblem



Umlaufplanungsproblem



Umlaufplanungsproblem



Ankunft

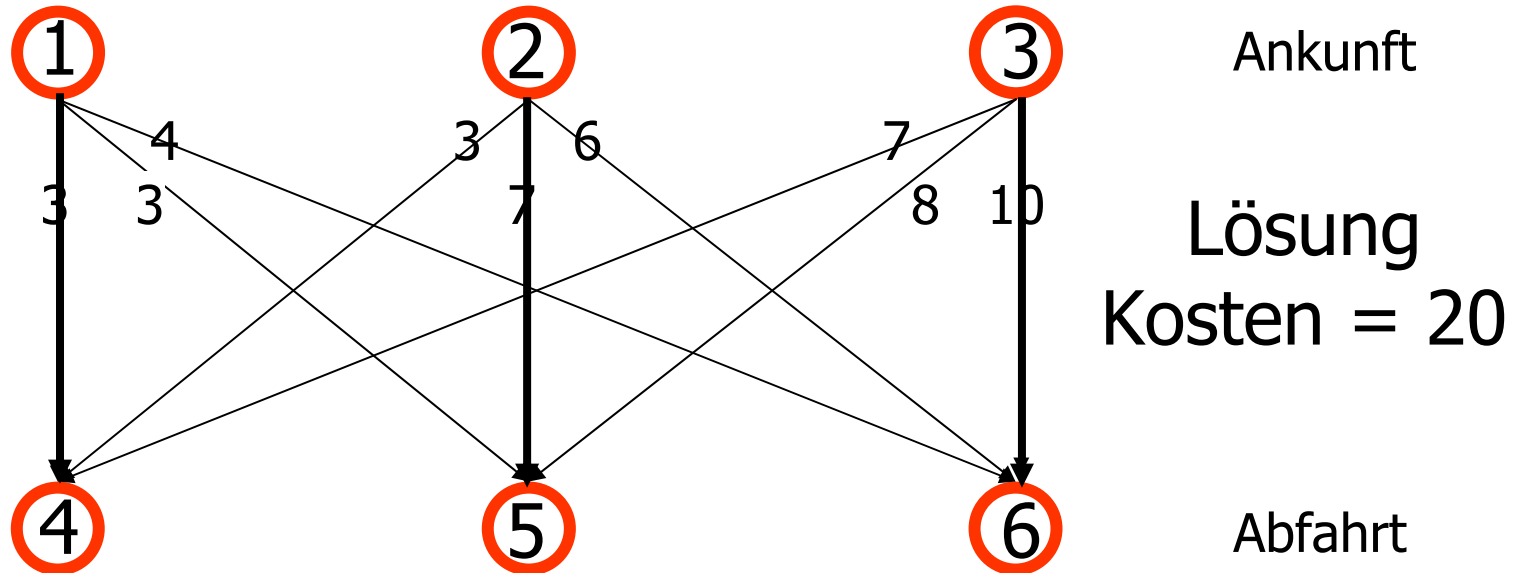
Lösung
Kosten = 20

Abfahrt

■ Das Zuordnungsproblem

- Input: 6 Fahrten, Kosten
- Output: Kostenminimale Zuordnung

Komplexität



- Anzahl Zuordnungen bei n Ankünften/Abfahrten:

$$n! \approx n^n e^{-n} \sqrt{2\pi n} \quad (\text{Stirling-Formel})$$

Komplexität

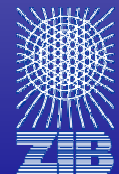
- Anzahl Zuordnungen bei n Ankünften/Abfahrten

$$n! \approx n^n e^{-n} \sqrt{2\pi n}$$

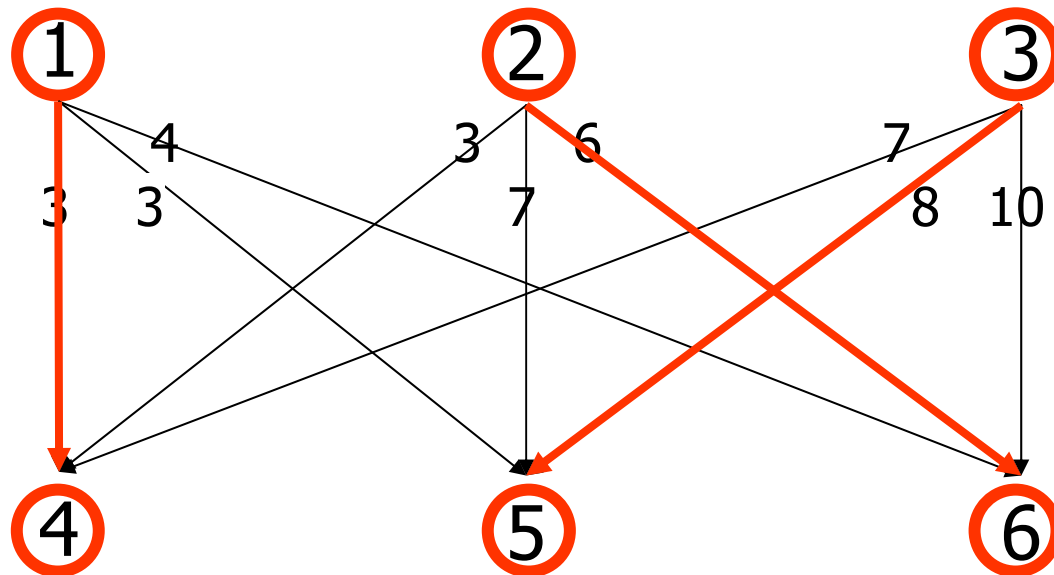
- Exponentieller Aufwand: 2^n , n^n , etc.

Polynomialer Aufwand: n , $1.000n$, n^3 , n^5 , $p(n)$

linear	kubisch	exponentiell	Doppelt exp.
n	n^3	2^n	n^n
10	1.000	1.024	10^{10}
100	10^6	10^{30}	10^{200}
1.000	10^9	10^{300}	10^{3000}
10.000	10^{12}	10^{3000}	10^{50000}



Heuristiken



Ankunft

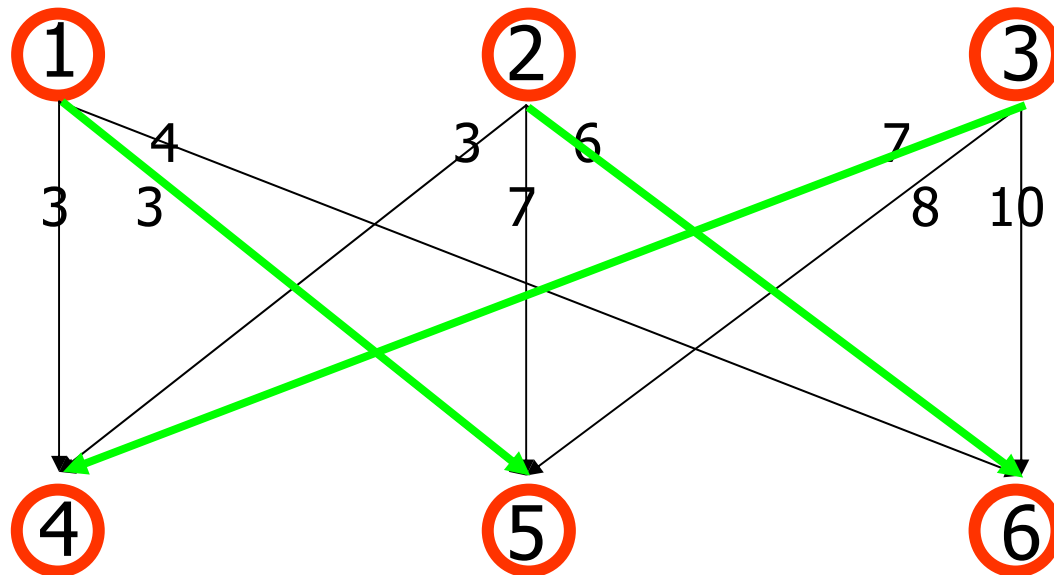
Lösung
Kosten = 17

Abfahrt

■ Die Greedy-Heuristik

- heuretikos (gr.): erfinderisch
- heuriskein (gr.): finden

Heuristiken



Ankunft

Lösung
Kosten = 16

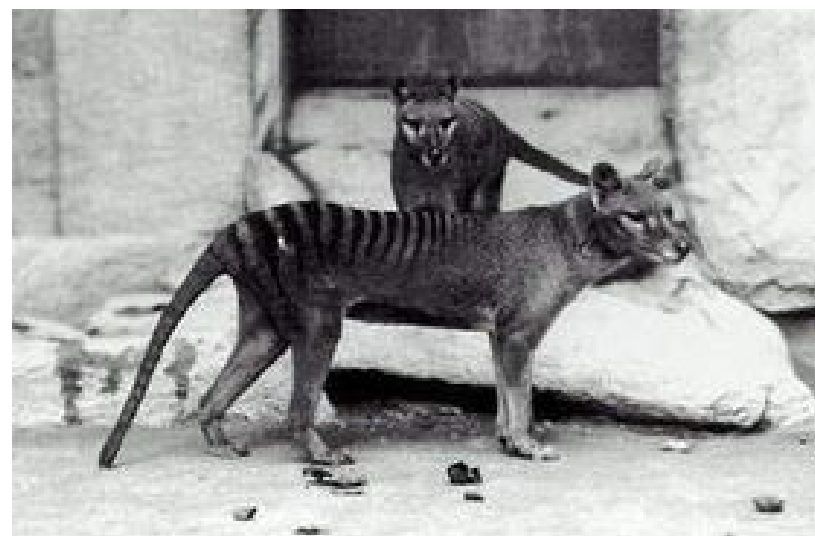
Abfahrt

■ Die Greedy-Heuristik

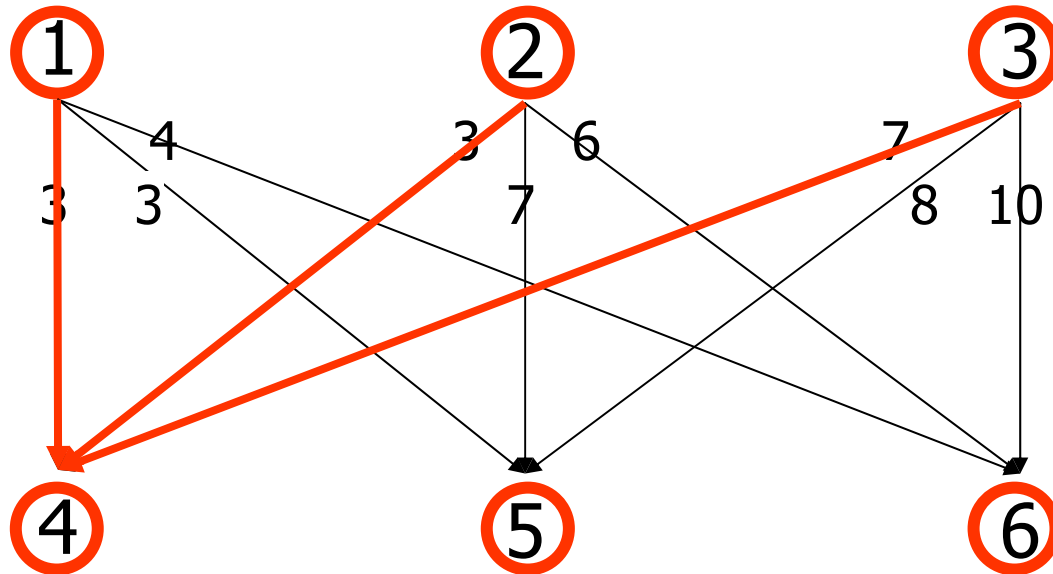
- heuretikos (gr.): erfinderisch
- heuriskein (gr.): finden

Evolutionäre Algorithmen

- Der Beutelteufel ist das größte heute noch lebende fleischfressende Beuteltier.
- Der **Beutelwolf** (*Thylacinus cynocephalus*), auch **Tasmanischer Wolf**, **Beuteltiger** oder **Tasmanischer Tiger** genannt, war das größte fleischfressende Beuteltier, das in geschichtlicher Zeit auf dem gesamten australischen Kontinent lebte. Das letzte bekannte Exemplar starb 1936.

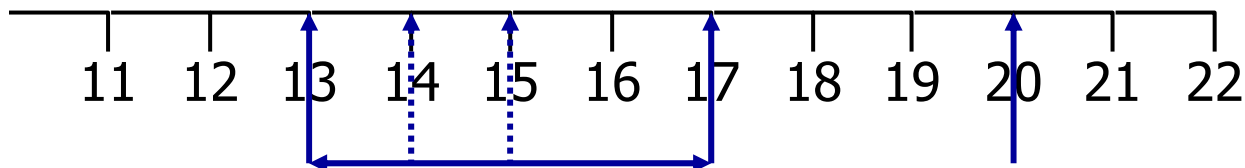


Untere Schranken



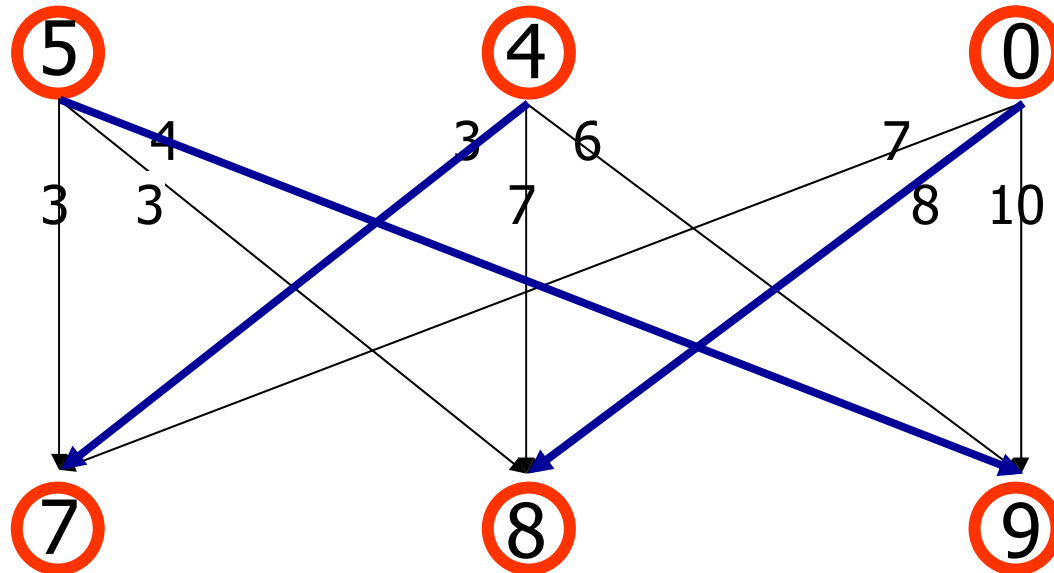
Schranke
 Kosten = 13
 Lösung
 Kosten = 17
 Garantie
 $4/17 = 23\%$
 $4/13 = 30\%$

- Eine "Relaxierung"



Untere Schranke Dualitätslücke Lösung (obere Schranke)

Optimallösung



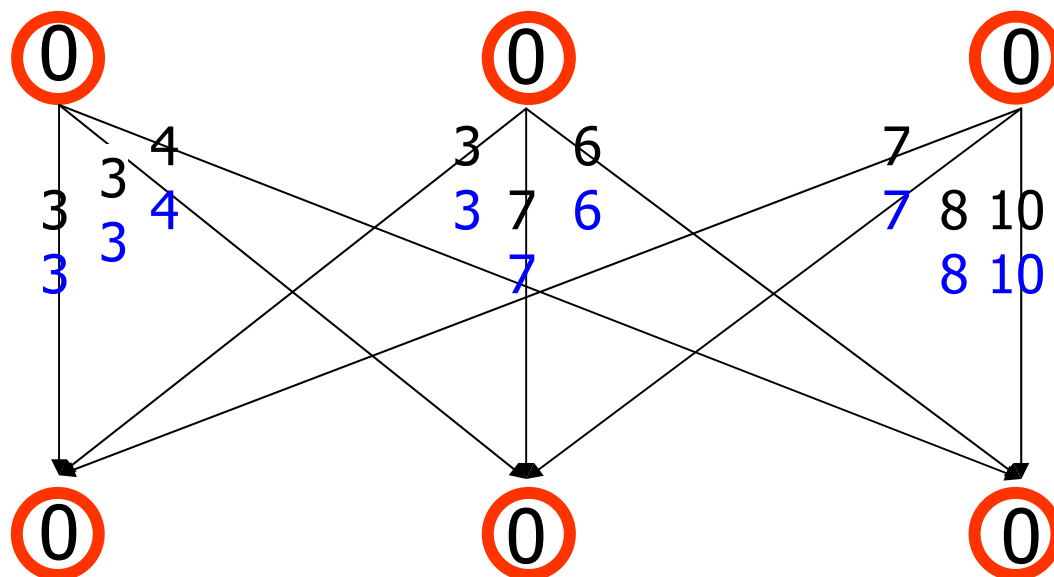
Ankunft

Optimum
Kosten = 15

Abfahrt

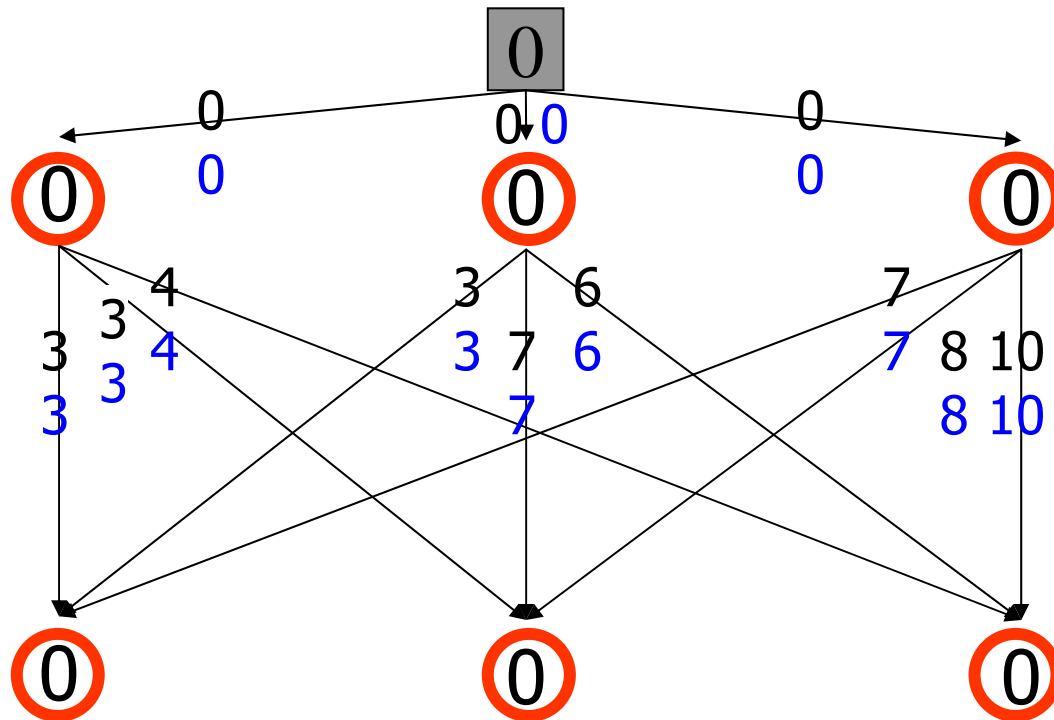
- Das "primale Problem"
 - Minimalkosten-Zuordnung
- Das "duale Problem"
 - Maximale Verkaufserlöse

Kombinatorische Algorithmen



- Der "Successive-shortest-path"-Algorithmus

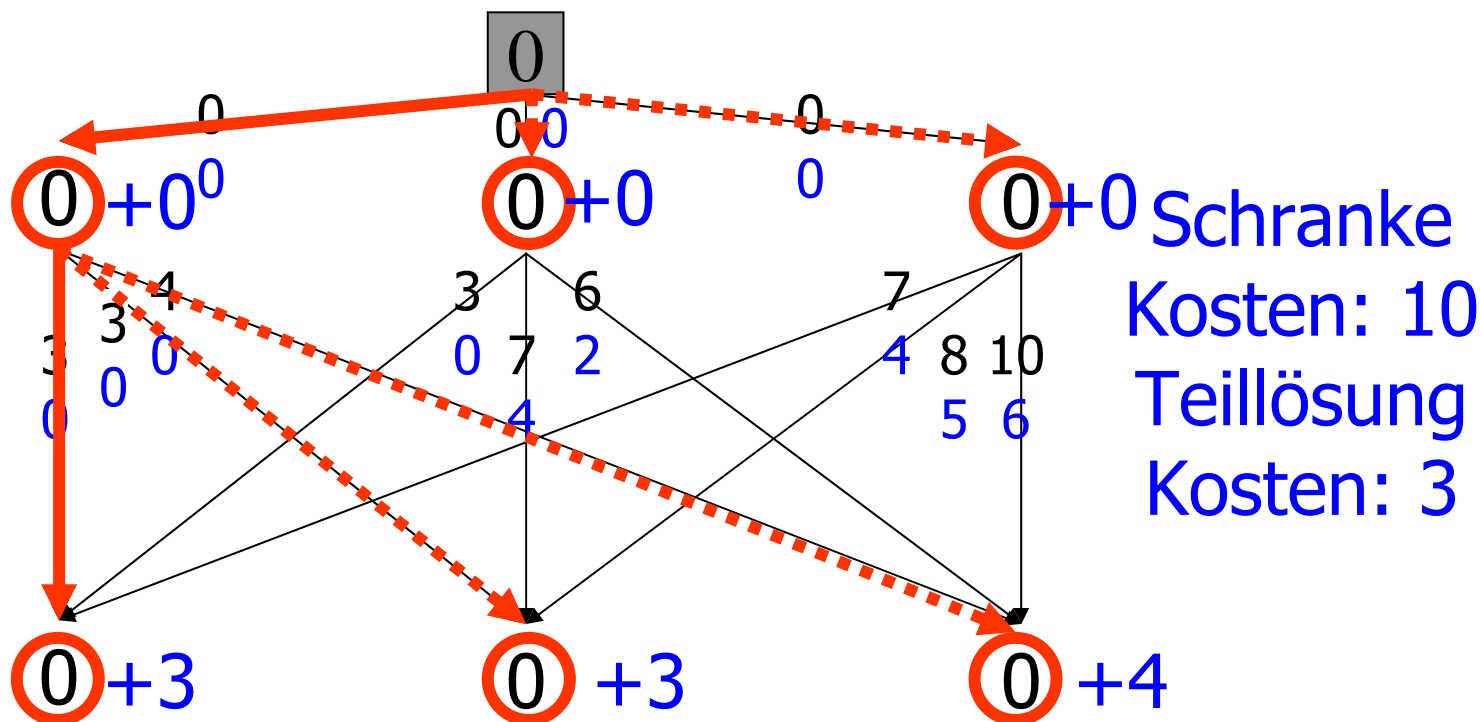
Kombinatorische Algorithmen



Schranke
Kosten: 0
Teillösung
Kosten: 0

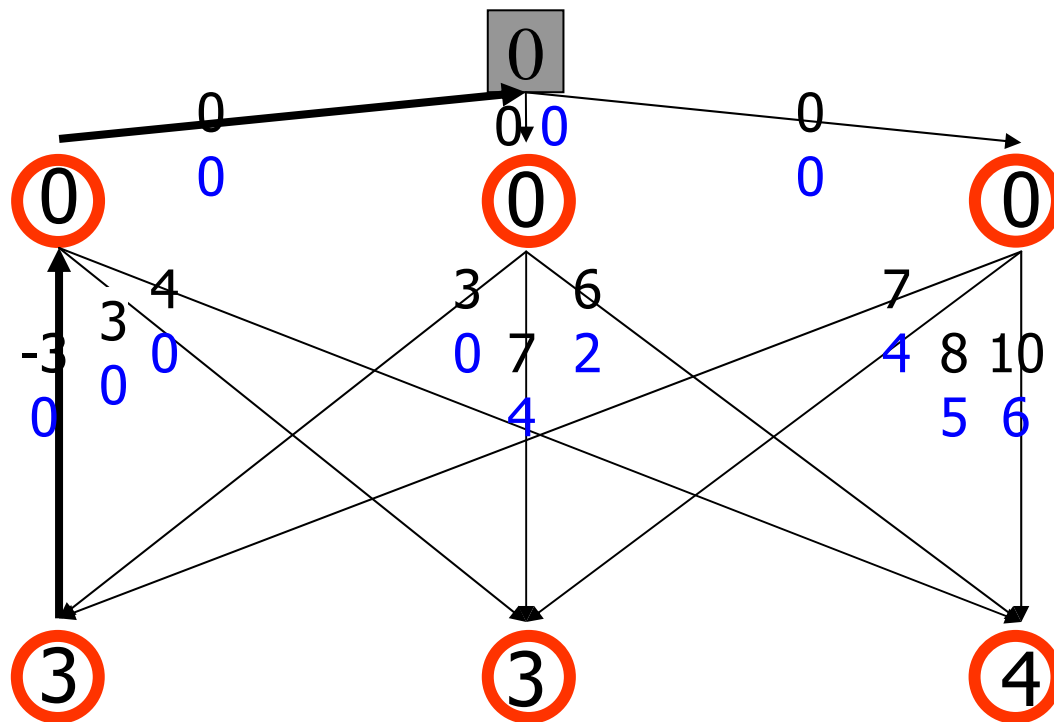
- Der "Successive-shortest-path"-Algorithmus

Kombinatorische Algorithmen



- Der "Successive-shortest-path"-Algorithmus

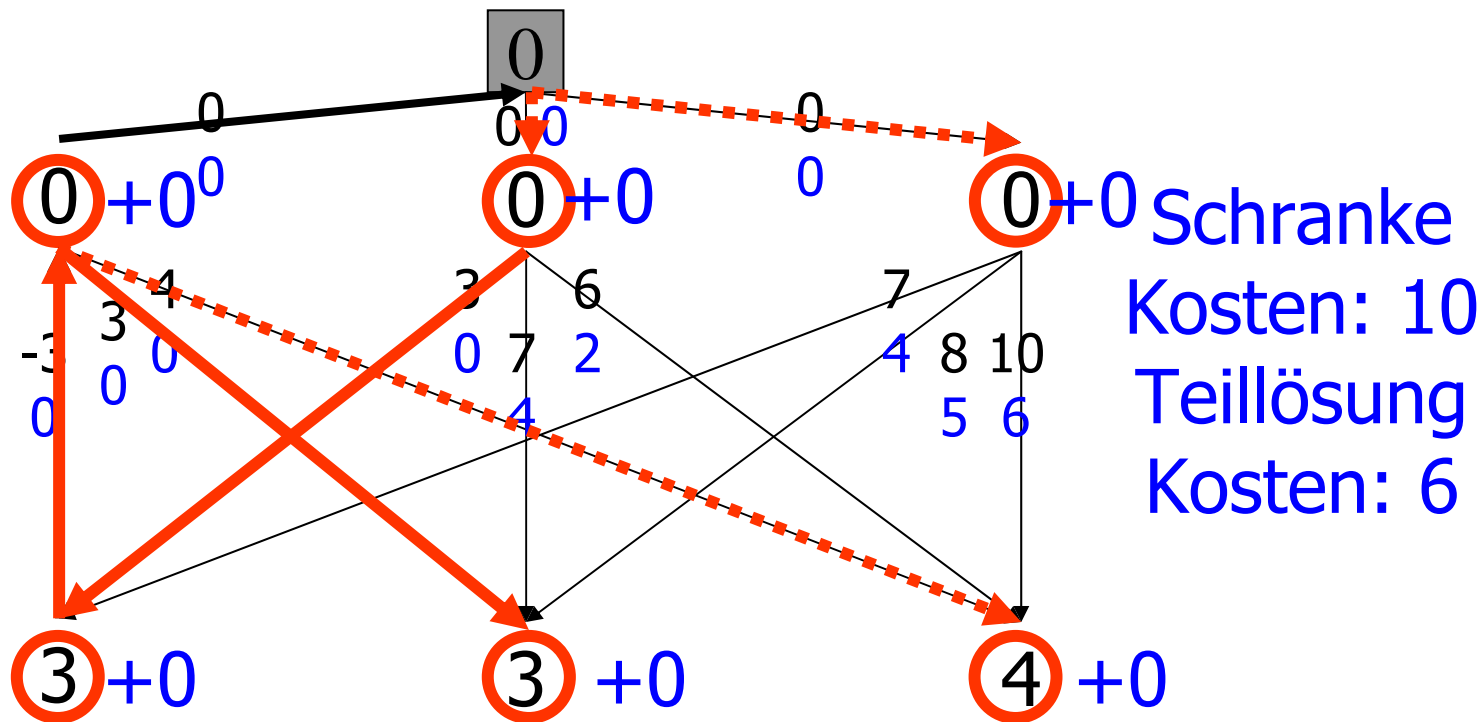
Kombinatorische Algorithmen



Schranke
 Kosten: 10
 Teillösung
 Kosten: 3

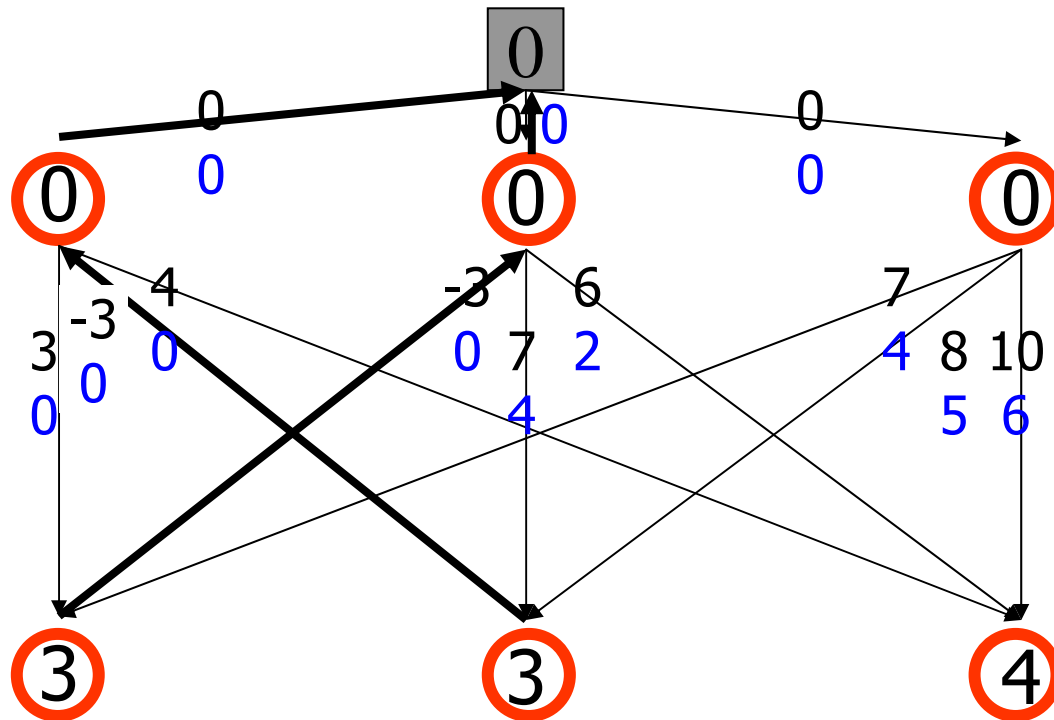
- Der "Successive-shortest-path"-Algorithmus

Kombinatorische Algorithmen



- Der "Successive-shortest-path"-Algorithmus

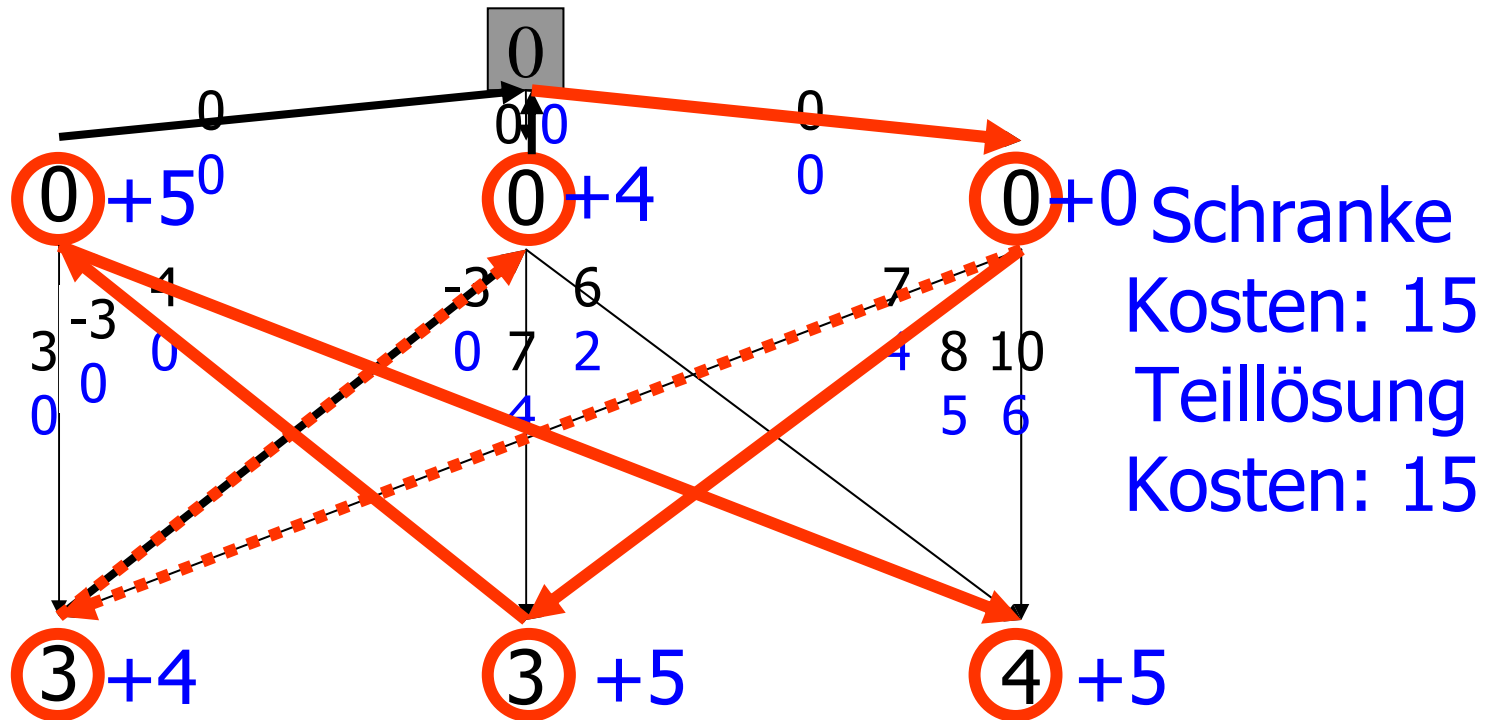
Kombinatorische Algorithmen



Schranke
 Kosten: 10
 Teillösung
 Kosten: 6

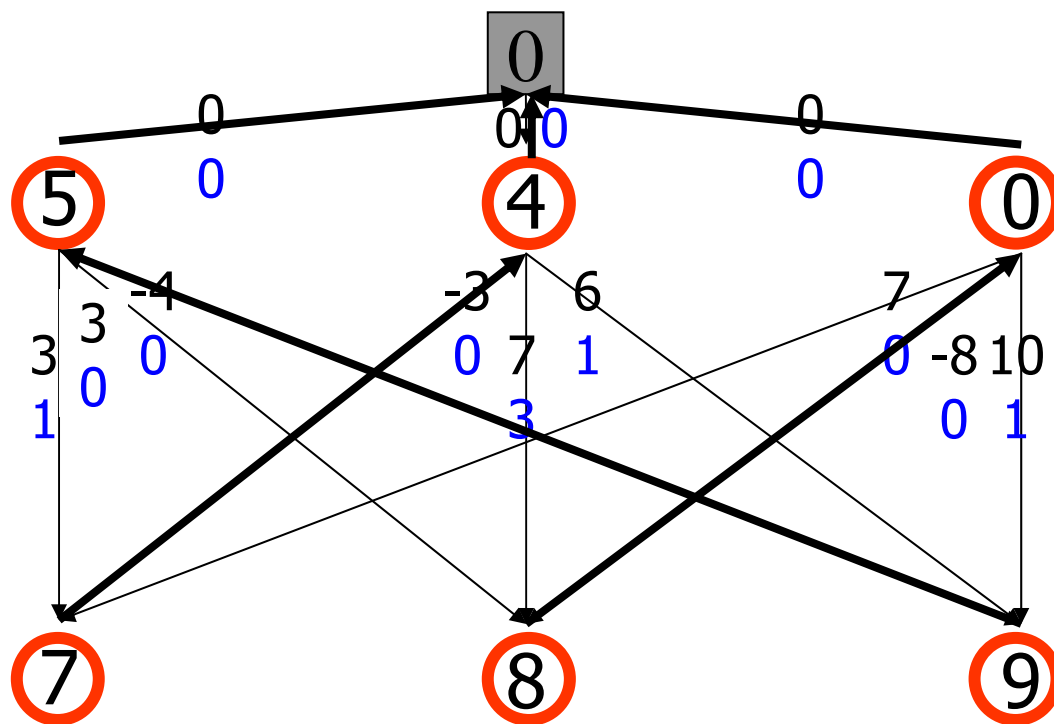
- Der "Successive-shortest-path"-Algorithmus

Kombinatorische Algorithmen



- Der "Successive-shortest-path"-Algorithmus

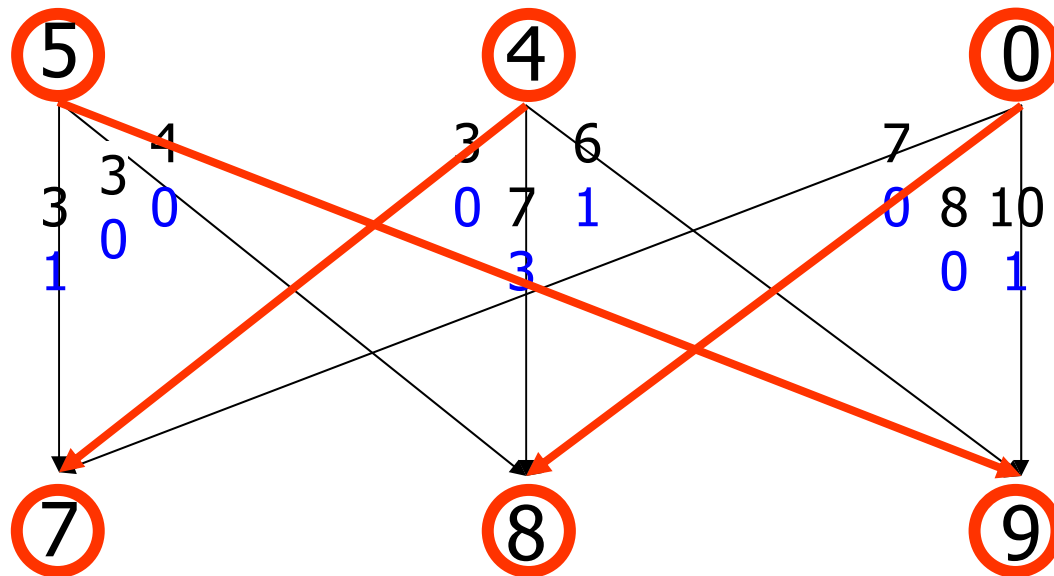
Kombinatorische Algorithmen



Schranke
 Kosten: 15
 Teillösung
 Kosten: 15

- Der "Successive-shortest-path"-Algorithmus

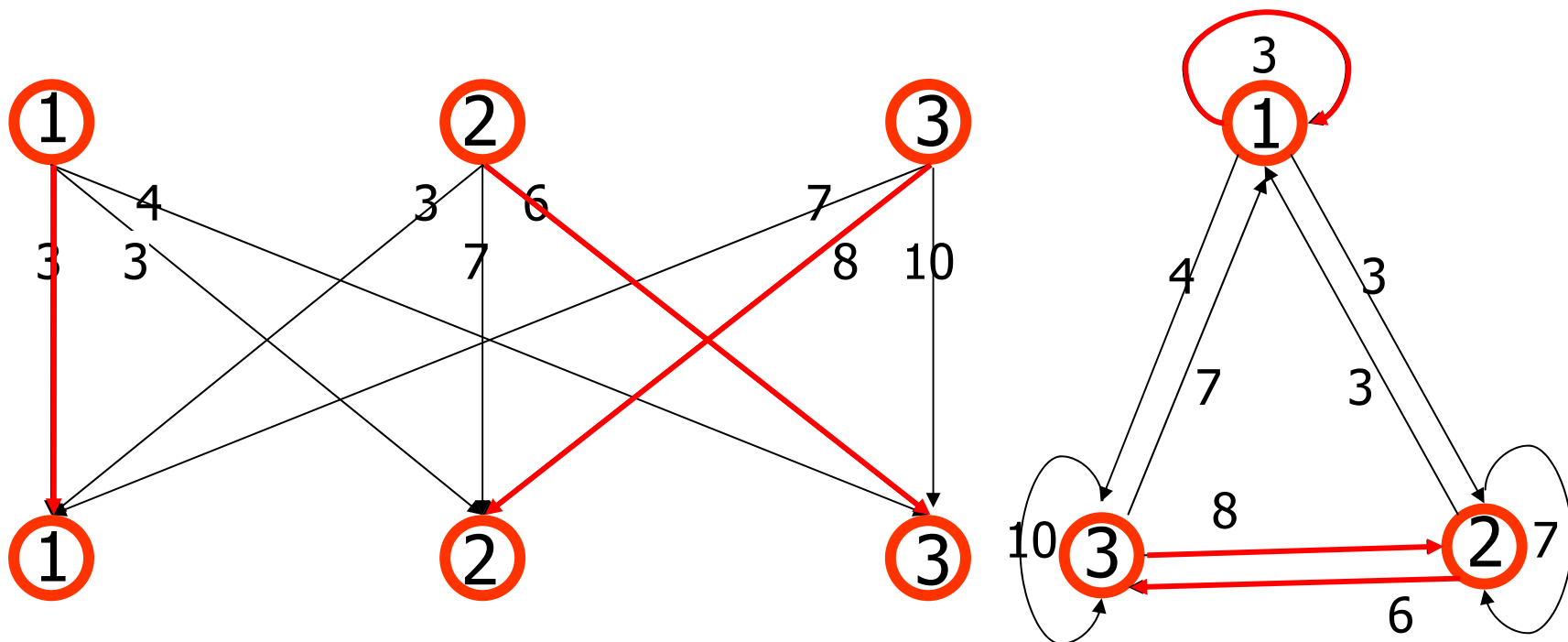
Kombinatorische Algorithmen



Schranke
 Kosten: 15
 Solution
 Kosten: 15
 Garantie: 0%
 (Optimal)

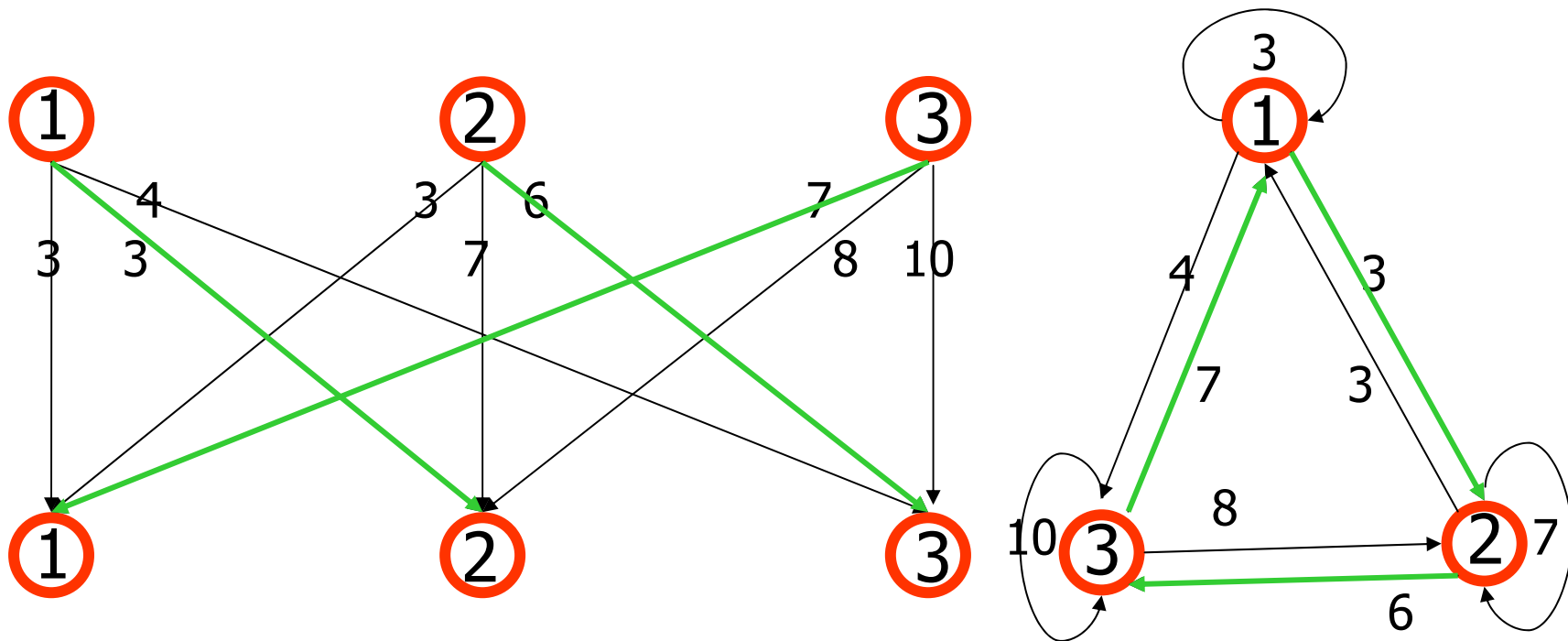
- **Satz:** Das Zuordnungsproblem kann in polynomialer Zeit von $O(n^3)$ gelöst werden.

Ein ähnliches Problem ...



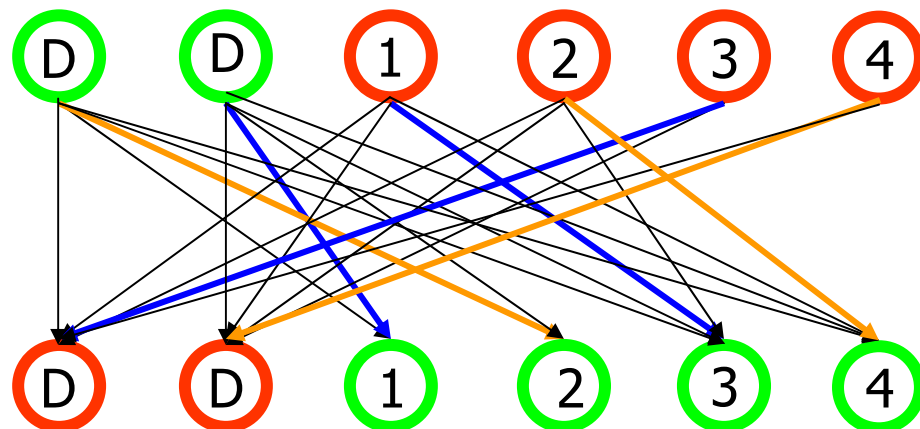
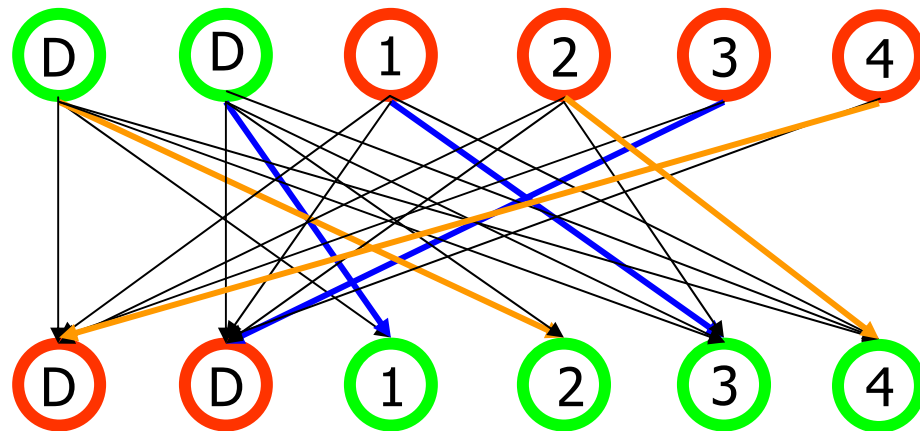
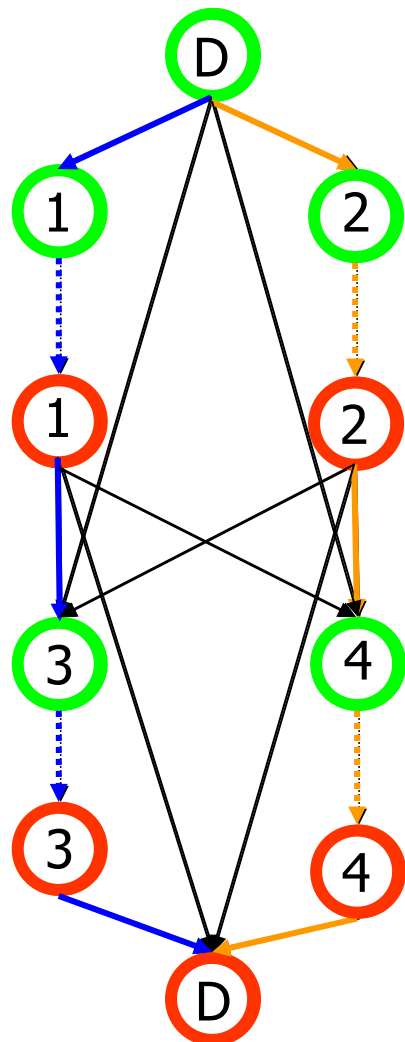
- Zuordnung = Nachfolgersuche: polnomial
- Zuordnung ohne Kreise = TSP: NP-schwer

Ein ähnliches Problem ...

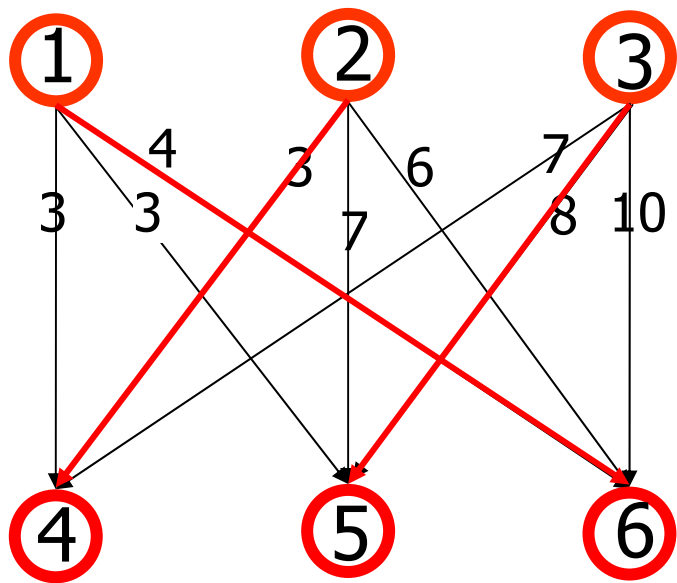


- Zuordnung = Nachfolgersuche: polnomial
- Zuordnung ohne Kreise = TSP: NP-schwer

Ein- und Mehrdepotplanung



Mathematische Modelle



$$\begin{array}{llll}
 \min & 3x_{14} & +3x_{15} & +4x_{16} \\
 & +3x_{24} & +7x_{25} & +6x_{26} \\
 & +7x_{34} & +8x_{35} & +10x_{36} \\
 \text{s.t.} & x_{14} & +x_{15} & +x_{16} & = 1 \\
 & x_{24} & +x_{25} & +x_{26} & = 1 \\
 & x_{34} & +x_{35} & +x_{36} & = 1 \\
 & x_{14} & +x_{24} & +x_{34} & = 1 \\
 & x_{15} & +x_{25} & +x_{35} & = 1 \\
 & x_{16} & +x_{26} & +x_{36} & = 1 \\
 & x_{14} & \dots, & x_{36} & \geq 0 \\
 & x_{14} & \dots, & x_{36} & \in \{0,1\}
 \end{array}$$

- Graphentheoretisches Modell

- Algebraisches Modell
"Ganzzahliges Programm"



Mathematische Modelle

$$\begin{array}{llll}
 \min & 3x_{14} & +3x_{15} & +4x_{16} \\
 & +3x_{24} & +7x_{25} & +6x_{26} \\
 & +7x_{34} & +8x_{35} & +10x_{36} \\
 \text{s.t.} & x_{14} & +x_{15} & +x_{16} & = 1 \\
 & x_{24} & +x_{25} & +x_{26} & = 1 \\
 & x_{34} & +x_{35} & +x_{36} & = 1 \\
 & x_{14} & +x_{24} & +x_{34} & = 1 \\
 & x_{15} & +x_{25} & +x_{35} & = 1 \\
 & x_{16} & +x_{26} & +x_{36} & = 1 \\
 & x_{14} & , \dots , & x_{36} & \geq 0 \\
 & x_{14} & , \dots , & x_{36} & \in \{0,1\}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll}
 \min & 3x_{14} & +3x_{15} & +4x_{16} \\
 & +3x_{24} & +7x_{25} & +6x_{26} \\
 & +7x_{34} & +8x_{35} & +10x_{36} \\
 \text{s.t.} & x_{14} & +x_{15} & +x_{16} & = 1 \\
 & x_{24} & +x_{25} & +x_{26} & = 1 \\
 & x_{34} & +x_{35} & +x_{36} & = 1 \\
 & x_{14} & +x_{24} & +x_{34} & = 1 \\
 & x_{15} & +x_{25} & +x_{35} & = 1 \\
 & x_{16} & +x_{26} & +x_{36} & = 1 \\
 & x_{14} & , \dots , & x_{36} & \geq 0 \\
 & x_{14} & , \dots , & x_{36} & \leq 1
 \end{array}$$

- Ganzzahliges Programm

- Lineares Programm
"LP-Relaxierung"



Mathematische Modelle

$$\begin{array}{llll}
 \min & 3x_{14} & +3x_{15} & +4x_{16} \\
 & +3x_{24} & +7x_{25} & +6x_{26} \\
 & +7x_{34} & +8x_{35} & +10x_{36} \\
 \text{s.t.} & x_{14} & +x_{15} & +x_{16} = 1 \\
 & x_{24} & +x_{25} & +x_{26} = 1 \\
 & x_{34} & +x_{35} & +x_{36} = 1 \\
 & x_{14} & +x_{24} & +x_{34} = 1 \\
 & x_{15} & +x_{25} & +x_{35} = 1 \\
 & x_{16} & +x_{26} & +x_{36} = 1 \\
 & x_{14} & , \dots , & x_{36} \geq 0 \\
 & x_{14} & , \dots , & x_{36} \leq 1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll}
 \min & 3(1 - x_{15} - x_{16}) & +3x_{15} & +4x_{16} \\
 & +3x_{24} & +7x_{25} & +6x_{26} \\
 & +7x_{34} & +8x_{35} & +10x_{36} \\
 \text{s.t.} & \cancel{1} & -x_{15} & -x_{16} = -x_{14} \\
 & x_{24} & +x_{25} & +x_{26} = 1 \\
 & x_{34} & +x_{35} & +x_{36} = 1 \\
 & 1 - x_{15} - x_{16} & +x_{24} & +x_{34} = 1 \\
 & x_{15} & +x_{25} & +x_{35} = 1 \\
 & x_{16} & +x_{26} & +x_{36} = 1 \\
 & 1 - x_{15} - x_{16} & , \dots , & x_{36} \geq 0 \\
 & \cancel{1 - x_{15} - x_{16}} & , \dots , & x_{36} \leq 1
 \end{array}$$

- Lineares Programm
"LP-Relaxierung"

- Eliminiere x_{14}



Mathematische Modelle

$$\begin{array}{rllll}
 \min & 4x_{25} & +2x_{26} & +1x_{35} & +2x_{36} & +14 \\
 \text{s.t.} & x_{25} & +x_{26} & +x_{35} & +x_{36} & \geq 1 \\
 & x_{25} & +x_{26} & & & \leq 1 \\
 & & & x_{35} & +x_{36} & \leq 1 \\
 & x_{25}, & x_{26}, & x_{35}, & x_{36} & \geq 0
 \end{array}$$

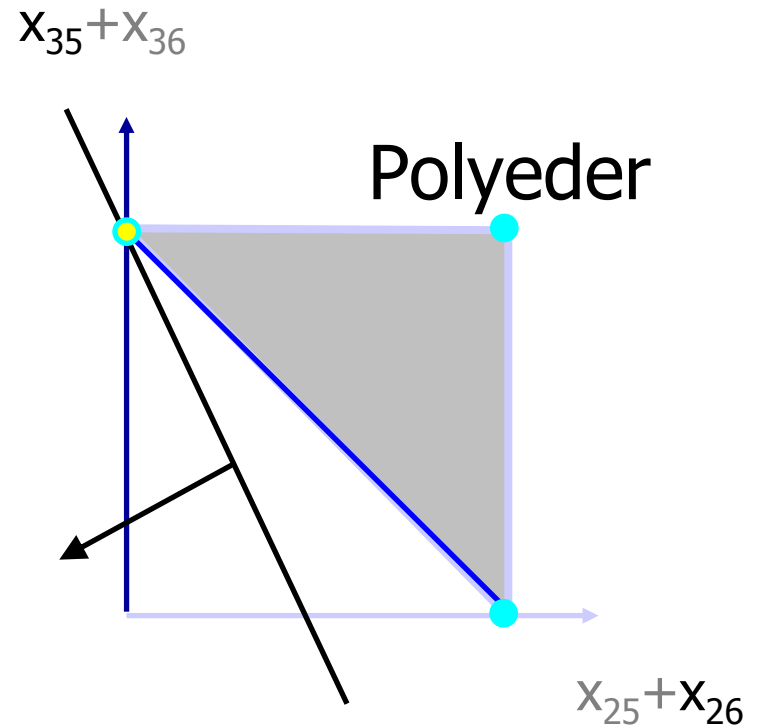
$$\begin{array}{rlll}
 \min & 2x_{26} & +1x_{35} & +14 \\
 \text{s.t.} & x_{26} & +x_{35} & \geq 1 \\
 & x_{26} & & \leq 1 \\
 & & x_{35} & \leq 1 \\
 & x_{26}, & x_{35} & \geq 0
 \end{array}$$

- Eliminiere $x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{24}, x_{34}$
- Eliminiere x_{25}, x_{36}



Mathematische Modelle

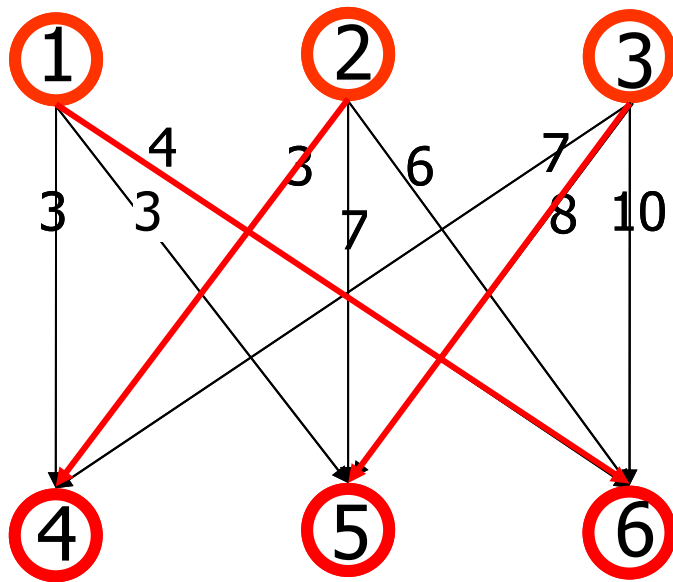
$$\begin{array}{llll}
 \min & 2x_{26} & +1x_{35} & +14 \\
 \text{s.t.} & x_{26} & +x_{35} & \geq 1 \\
 & x_{26} & & \leq 1 \\
 & & x_{35} & \leq 1 \\
 & x_{26}, & x_{35} & \geq 0
 \end{array}$$



- Lineares Programm
"LP-Relaxierung"

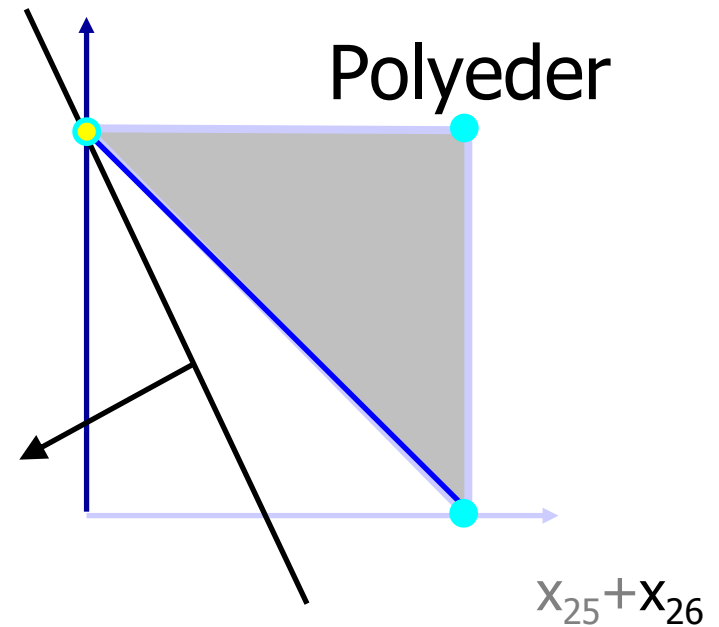
- "Polyeder"

Mathematische Modelle



- $x_{35} = 1$
- $x_{24} = 1$
- $x_{16} = 1$

$$x_{35} + x_{36}$$



- "Polyeder"

Lineare Programmierung

$$\text{Min } x_1 + 2x_2$$

$$x_1 + x_2 \geq 2$$

$$x_1 - x_2 \leq 1$$

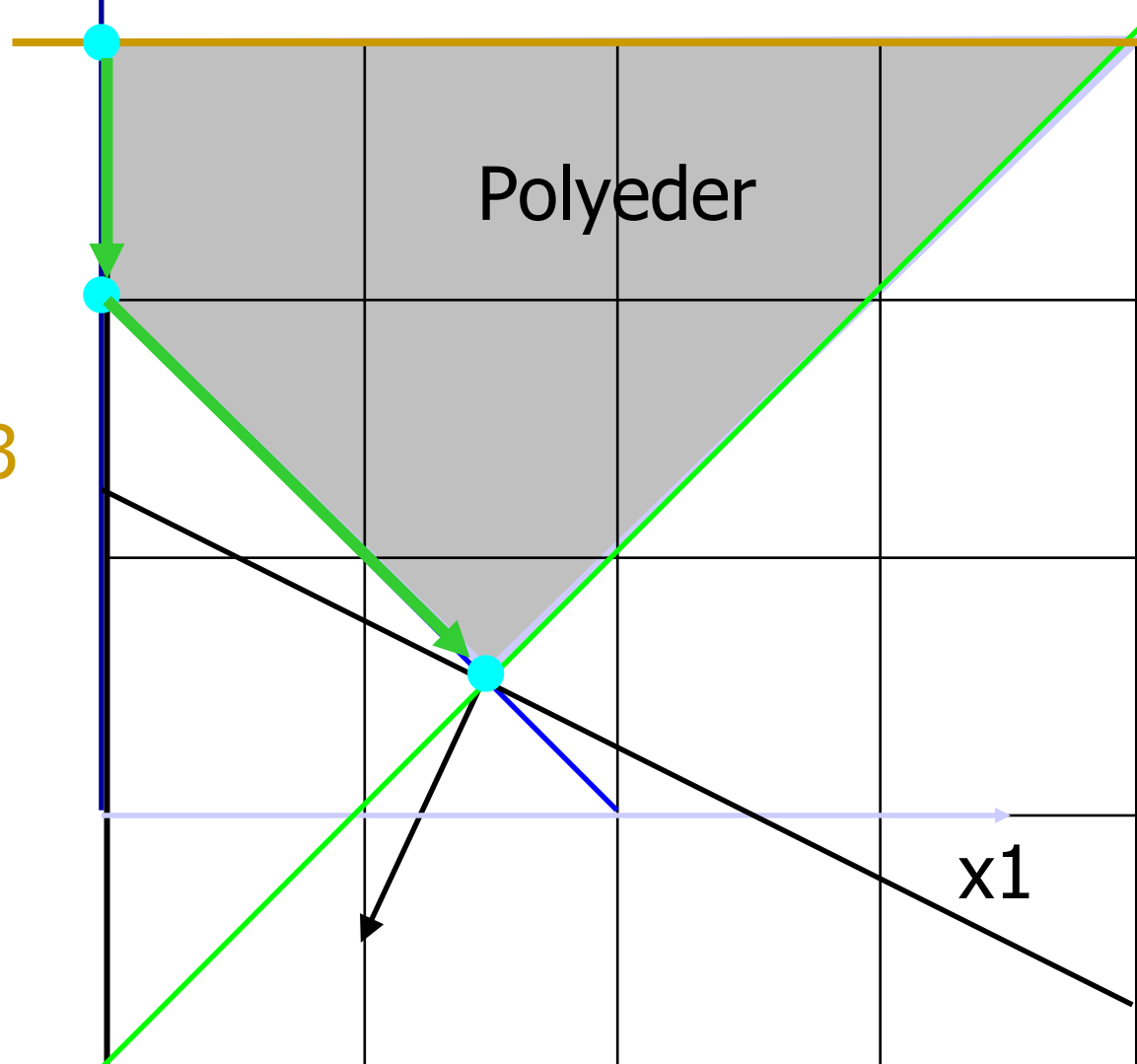
$$x_2 \leq 3$$

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

Simplex-
Algorithmus

x_2



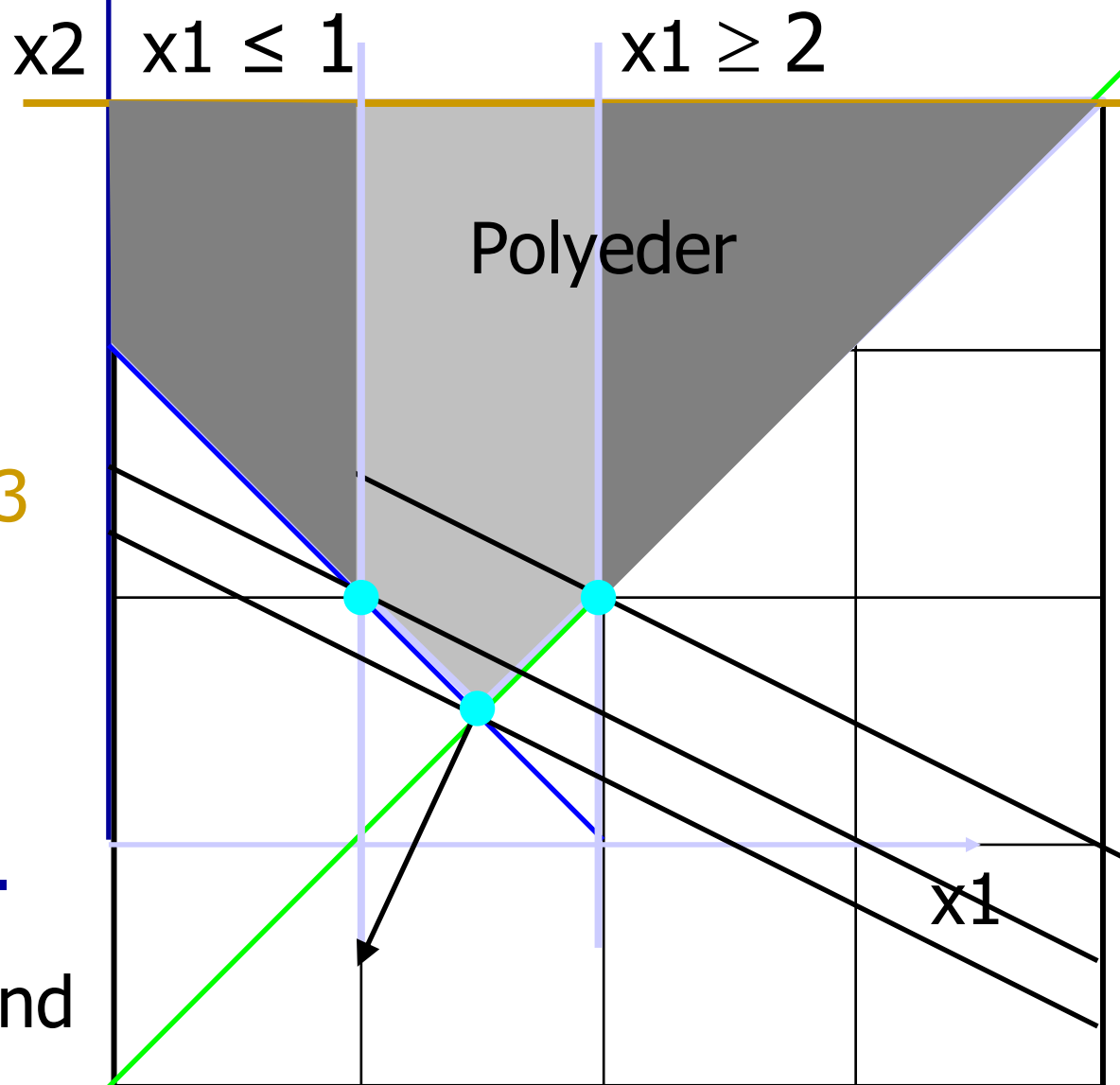
x_1



Ganzzahlige Programmierung

$$\begin{aligned} & \text{Min } x_1 + 2x_2 \\ & x_1 + x_2 \geq 2 \\ & x_1 - x_2 \leq 1 \\ & \quad x_2 \leq 3 \\ & x_1 \geq 0 \\ & \quad x_2 \geq 0 \\ & x_1, x_2 \text{ ganzz.} \end{aligned}$$

Branch-and-Bound



Lineare Programmierung 1987-2000

(Bixby, Solving Real-World Linear Programs: A Decade and More of Progress. Oper. Res. 50(1) 3-15, 2002)

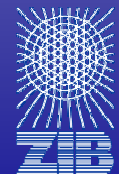
Hardware

<i>Alter Computer</i>	<i>Neuer Computer</i>	<i>Speedup</i>
Sun 3/50	Pentium 4, 1.7 GHz	800
Sun 3/50	Compaq Server ES 40, 667 MHz	900
Intel 386, 25 MHz	Compaq Server ES 40, 667 MHz	400
IBM 3090/108S	Compaq Server ES 40, 667 MHz	45

Software

<i>Alter Code</i>	<i>Neuer Code</i>	<i>Geschätzter Speedup</i>
XMP	Cplex 1.0	4,7
Cplex 1.0	Cplex 5.0	22,0
Cplex 5.0	Cplex 7.1	3,7
XMP	Cplex 7.1	960

- "A Model that might have taken a year to solve 10 years ago, can now solve in less than 10 seconds."



BVG (Berlin)

Systematisierter Einsatz

Die neuen Optimierungsmethoden, die die BVG jetzt nach und nach nutzen will, stammen vom Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik und garantieren nach Roß' Angaben Einsparungen von maximal 100 Millionen Mark im Jahr. „Sie sind nötig, um unser Angebot in dieser schweren Lage stabilisieren und dem Einsparungsdruck überhaupt standhalten zu können.“

Bereits 1991 beauftragte die BVG die Berliner Software-Firma IVU, ein EDV-System zur Betriebsplanung zu entwickeln. IVU steht für „Gesellschaft für Information, Verkehrs- und Umweltplanung GmbH“, ein Unternehmen mit 120 Mitarbeitern, das auf Verkehrsplanung und Logistik spezialisiert ist. Der BVG ging es bei dem Auftrag vor allem darum, die Einsatzplanung ihrer Fahrzeuge zu systematisieren.

WISSENSCHAFT UND PRAXIS

Rheinischer Messer
Nummer 39 / 26. September 1997 **37**

INFORMATIK / Ein Lehrbeispiel, wie sich Mathematik und Wirtschaft ergänzen

Auf Sparkurs zum Ziel

Das Berliner Busnetz kostet jährlich Millionen. Mit Hilfe moderner Software könnte man auf gewaltige Zuschüsse verzichten.

■ VASCO ALEXANDER SCHMIDT

Die Mathematik ist die Wissenschaft abstrakter Probleme. Deshalb erscheint sie so oft als weltabgewandte Spielerei. Doch das ist nur die halbe Wahrheit. Längst mischt sich die Mathematik in die Praxis ein. Überall, wo in der Wirtschaft geparkt und versetzt werden muß, kann sie helfen. Professor Martin Grötschel, Vizepräsident des Konrad-Zuse-Zentrums für Informationstechnik in Berlin, sieht für das neue Selbstbewußtsein der angewandten Mathematik. Er ist Experte für die kombinatorische Optimierung. Seine Botschaft: „Wer heute die großen Verkehrsnetze und komplizierten Fabriken optimieren will, muß sich mit Mathematik beschäftigen, um unnötige Kosten zu vermeiden.“

Nun gibt es in Berlin ein Lehrbeispiel, wie Mathematik und Wirtschaft zueinander kommen können. Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) haben vor wenigen Wochen begonnen, die Einsatzplanung ihrer Fahrzeuge zu verbessern. Bisher wurden die Pläne, wenn auch mit Computerhilfe, per Hand erstellt. Von einer kostengünstigen Planung war man weit entfernt.

Um ihre Kosten zu decken, hat die BVG Jahr für Jahr große Zuschüsse vom Berliner Senat bekommen. Doch damit ist nun Schluss. Dem Land Berlin geht das Geld aus, so daß auch die BVG unter einem enormen Sparzwang steht. „Wir müssen jährlich dreistellige Millionenbeträge einsparen“, erklärt Jürgen Böhler, Planungsingenieur bei der BVG. „Bis zum Jahr 2000 können wir von den heute rund 20 000 Mitarbeitern nur noch 15 000 beschäftigen.“

Systematisierter Einsatz

Die neuen Optimierungsmethoden, die die BVG jetzt nach und nach nutzen will, stammen vom Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik und garantieren nach Roß' Angaben Einsparungen von maximal 100 Millionen Mark im Jahr. „Sie sind nötig, um unser Angebot in dieser schweren Lage stabilisieren und dem Einsparungsdruck überhaupt standhalten zu können.“

Bereits 1991 beauftragte die BVG die Berliner Software-Firma IVU, ein EDV-System zur Betriebsplanung zu entwickeln. IVU steht für „Gesellschaft für Information, Verkehrs- und Umweltplanung GmbH“, ein Unternehmen mit 120 Mitarbeitern, das auf Verkehrsplanung und Logistik spezialisiert ist. Der BVG ging es bei dem Auftrag vor allem darum, die Einsatzplanung ihrer Fahrzeuge zu systematisieren.

Stadt auslaufen, auf Knopfdruck und ohne Umwege über eine Druckerei im eigenen Haus produzieren. Nach und nach wurden diese Werkzeuge eingeführt. Das jetzt installierte Optimierungsmodul für die Umlaufplanung von Straßenbahnen und Bussen ist der bisher bedeutendste Schritt der Zusammenarbeit.

Komfortable Hilfe

Zwar werden in Deutschland für die Verkehrsplanung meist schon Computer eingesetzt; diese aber unterstützen die Planer oft nur als ein einfaches, wenn auch komfortables Hilfsmittel. Andere Verkehrsunternehmen, etwa die Hamburger Hochbahn AG, setzen Computer schon seit Ende der sechziger Jahre ein, um Näherungslösungen für optimale Pläne zu berechnen. Die Forscher am Konrad-Zuse-Zentrum konnten noch einen Schritt weiter gehen: Ihre Computer berechnen das Optimum der Kosteneinsparung nicht nur annähernd, sondern ganz exakt. Ein wissenschaftlicher Durchbruch.

Die mathematische Grundlage ihrer Rechner bildet eine komplexes Gleichungssystem, eine sogenannte Matrix, mit mehr als 100 000 Zeilen und 70 Millionen Spalten. Die Zahlen in der gigantischen Tabelle geben an, wie die Buse eingesetzt werden sollen. Die Größe der Matrix weist auf ungeahnte Details hin, die beachtet werden müssen: Der Computer muß garantieren, daß jeder der

rund 1800 BVG-Busse morgens sein Depot verläßt und nach Dienstschluß dort wieder landet.

Es gibt Eindecker, Doppeldecker, Gelenk- und Minibuse, aber nicht jeder Busstyp kann jede Route bedienen. Außerdem sind komplizierte betriebliche und rechtliche Bedingungen zu beachten, etwa Pausenregelungen. Ziel ist es, die einzelnen Busfahrer so zu verteilen, daß die Arbeitszeit der Fahrer gut ausgenutzt wird und die Leerfahrten von einem Einsatzort zum nächsten möglichst kurz sind. Alle diese Zielvorgaben stecken in der riesigen Matrix, die die Mathematiker „ganzzahliges lineares Programm“ nennen. Ein lineares Programm ist für Mathematiker eine alltägliche Struktur. Sie taucht bei fast allen Fragen nach optimalen Mischverhältnissen, bei Güterflüssen in einer Fabrik und auch bei Stundenplänen auf.

Büßlich gesprochen besteht das Problem – in seiner einfachsten Form – aus einem Vektor in der Ebene und einer Gerade, die durch das Vektor verläuft. Nun verschiebt man die Gerade nach rechts. Ziel ist es, den letzten Punkt des Vektors zu bestimmen, den die Gerade bei diesem Verschiebe-Prozess gerade noch berührt. Hier liegt die kostengünstigste Lösung des Optimierungsproblems. Das Vektor bei den Bus-Umlaufplänen ist sehr viel komplexer, man sollte sich eher als einen verwickelten Kristall mit mehreren Billionen Ecken und Kanten vorstellen.

Eigentlich ist die Matrix für die Umlaufplanung bei der BVG so groß, daß

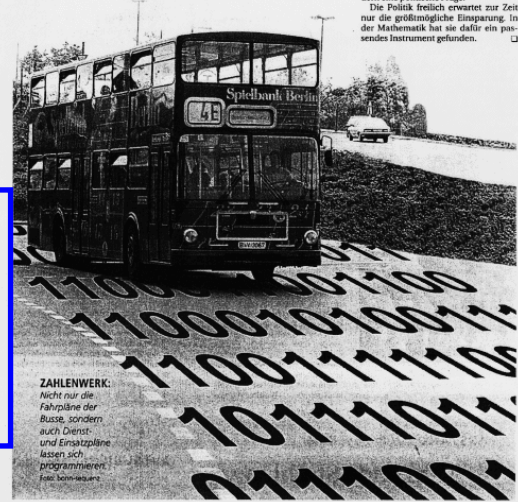
man sie noch nicht einmal vollständig im Computer speichern könnte“, verrät Andreas Löbel, Wissenschaftlicher Mitarbeiter von Martin Grötschel. „Pro Spalte gibt es aber nur drei Einträge, die von Null verschieden sind.“ Das bedeutet, daß sich die Matrix stark vereinfachen läßt. Und genau diese Eigenschaft machen sich die Mathematiker zunutze: So versucht ihr Algorithmus zuerst nur einen Teil der Matrix zu operieren. Findet er für diesen kleinen Teil eine Lösung, so vergrößert er nach und nach das Problem, bis er eine Lösung für die gesamte Matrix gefunden hat.

Pfiffige Programme

Von der Mathematik sparen die Planer bei der BVG wenig. Nicht einmal Großrechner werden gebraucht – so pfiffig wurde das System programmiert. Je nach Teilproblem dauert die Bearbeitung wenige Stunden oder sogar nur Minuten. „Das System wurde gut angenommen, da die Planer in kürzester Zeit verschiedene Szenarien testen und vergleichen können“, berichtet Uwe Ströbe, der als Projektleiter bei der IVU für die Entwicklung des fertigen Softwareprodukts zuständig ist.

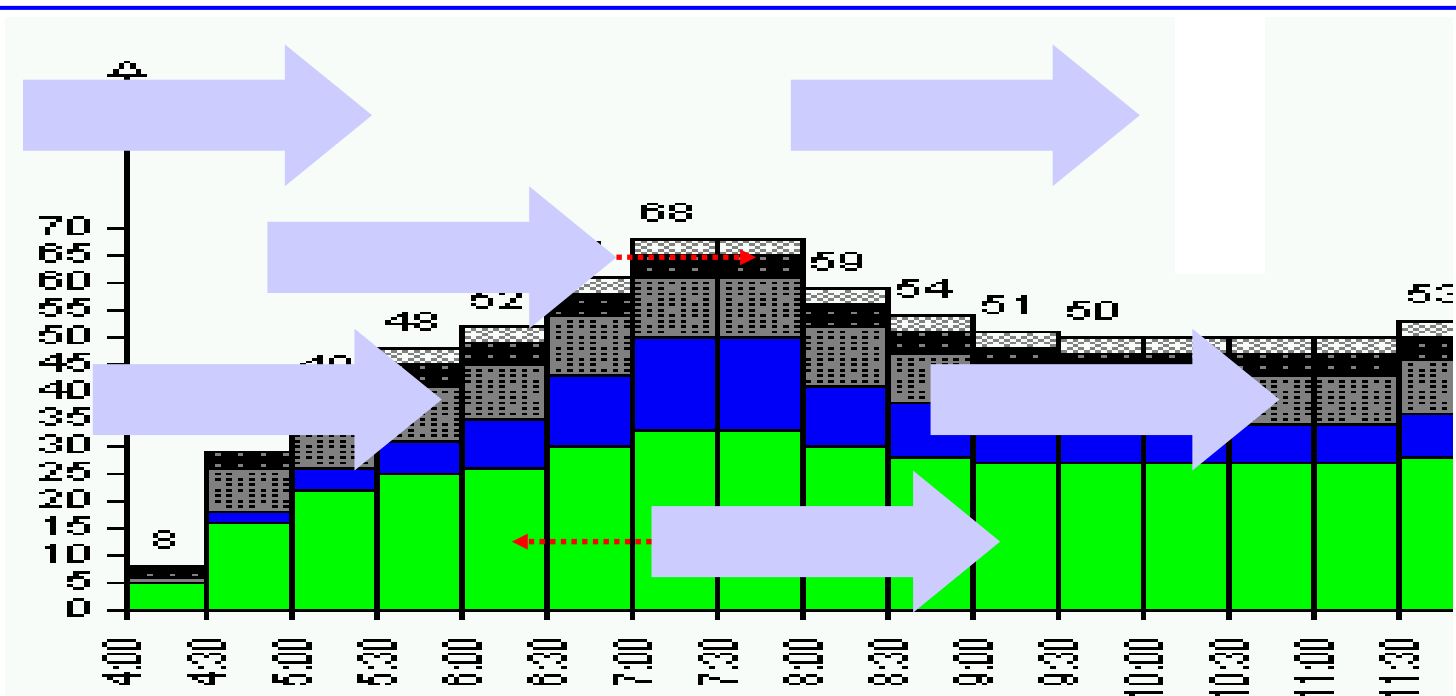
Auch Martin Grötschel betont den Nutzen für den Planer mehr als das Einsparungspotential: „Wir geben den Leuten Hilfsmittel in die Hand, die Kosten zu sparen. Ob dabei am Ende etwas eingepart oder der Service kostenneutral verbessert wird, ist nicht unsere, sondern eine politische Frage.“

Die Politik freilich erwartet zur Zeit nur die größtmögliche Einsparung. In der Mathematik hat sie dafür ein passendes Instrument gefunden. □

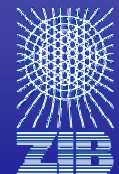


ZAHLENWERK: Nicht nur die Fahrpläne der Busse, sondern auch Dienst- und Einsatzpläne lassen sich programmieren. Foto: Bonn/Reuters

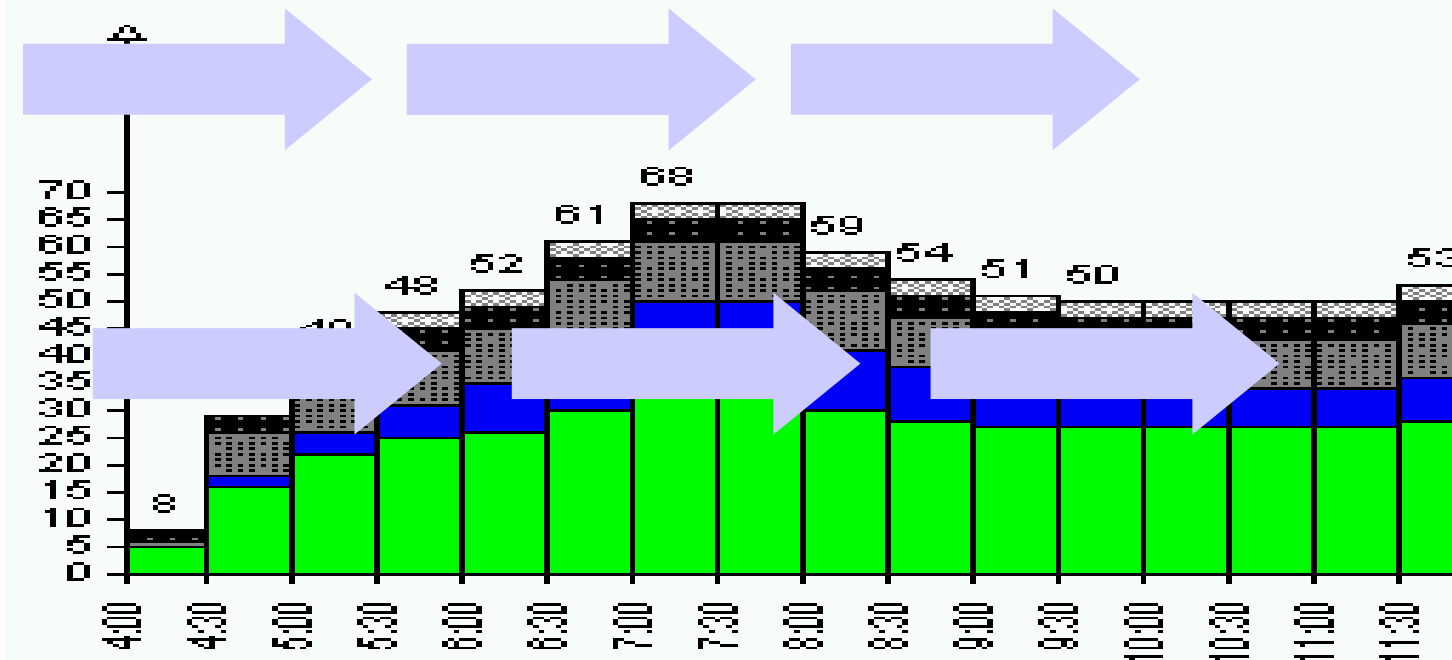
Sensitivitätsanalyse



||



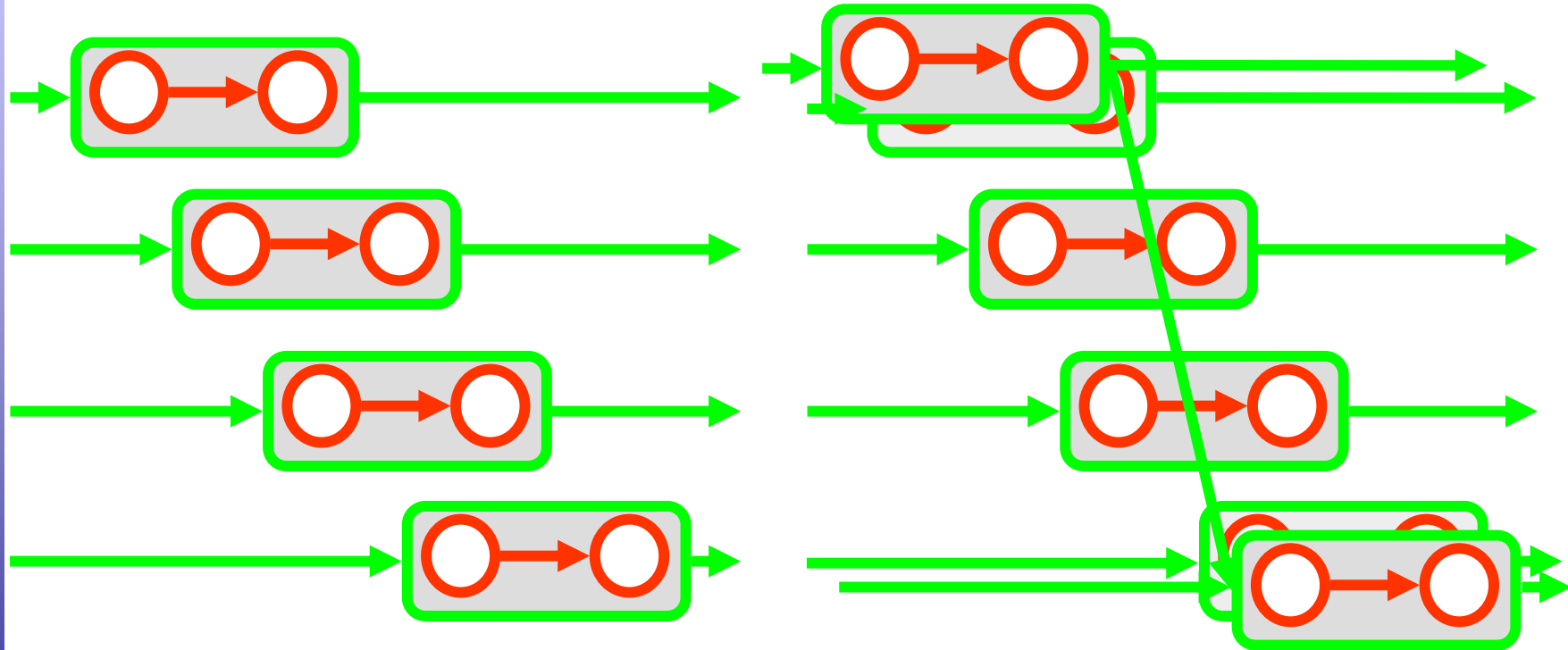
Sensitivitätsanalyse



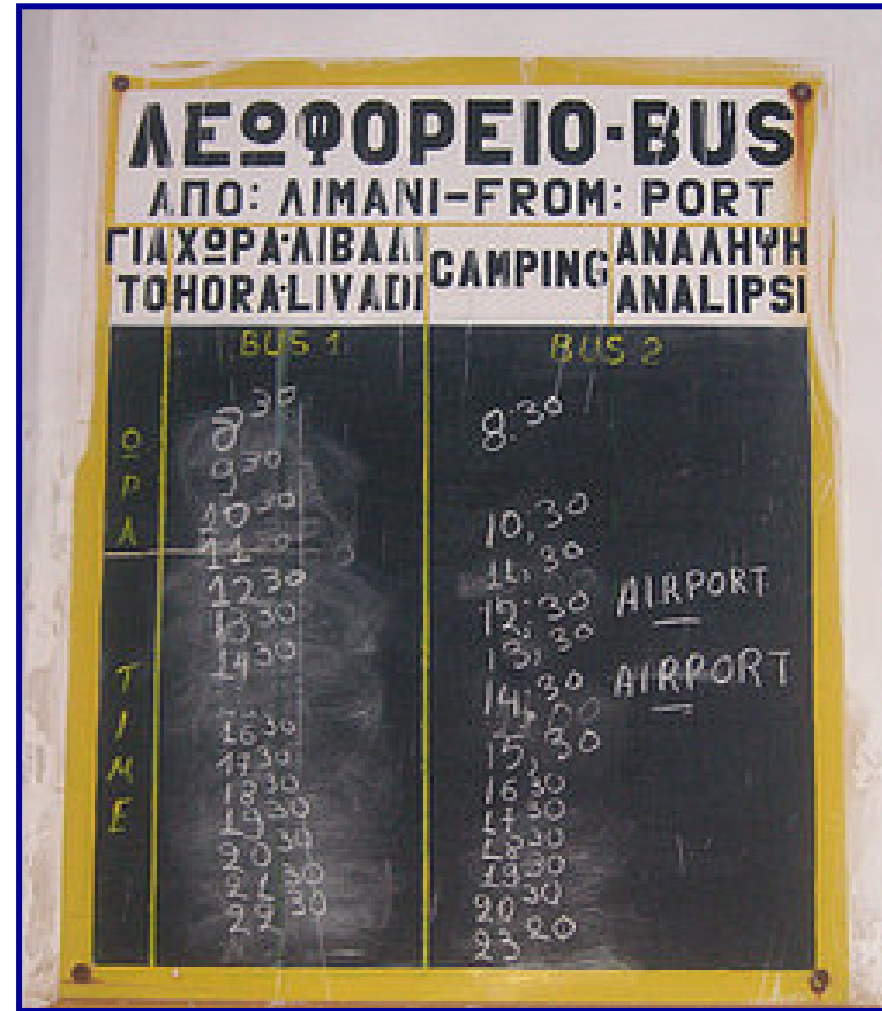
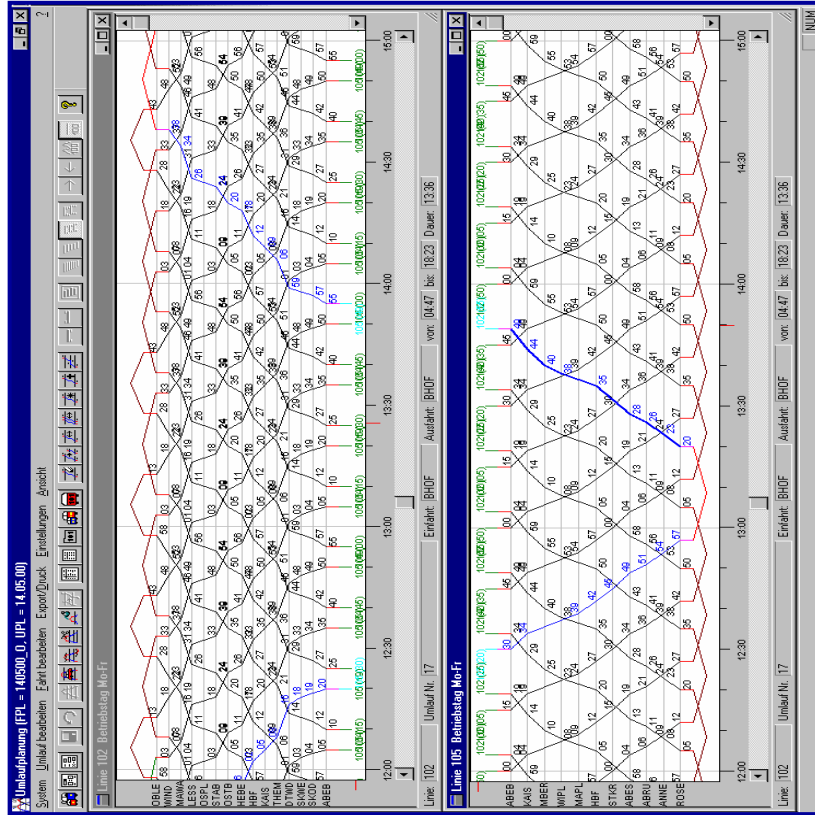
||



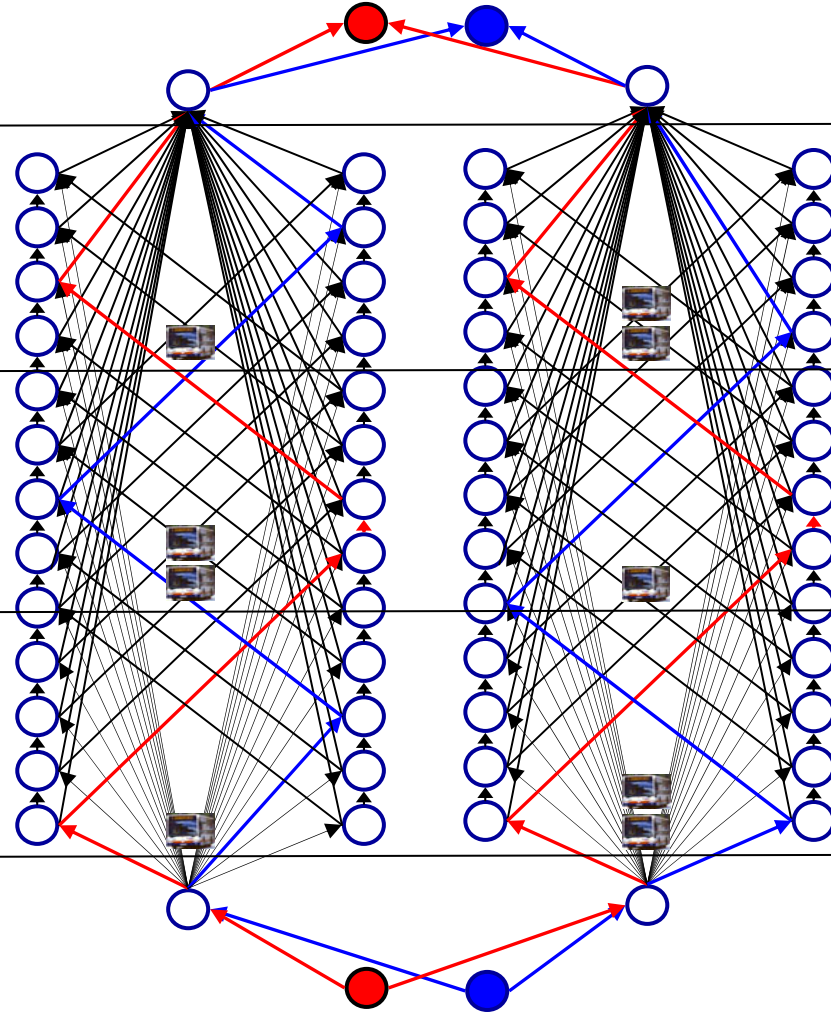
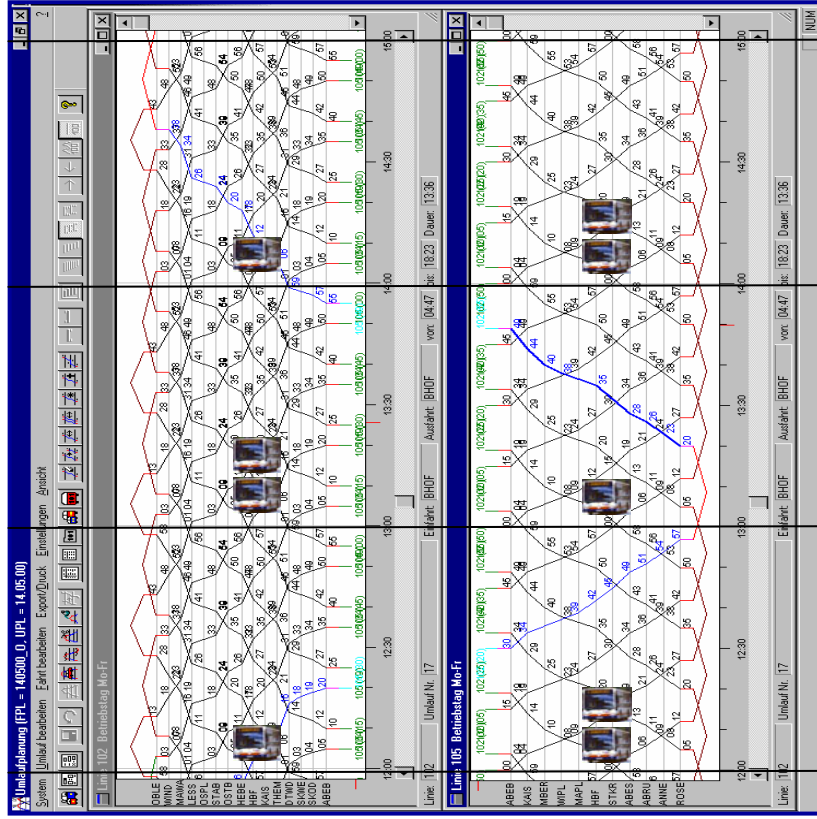
Sensitivitätsanalyse



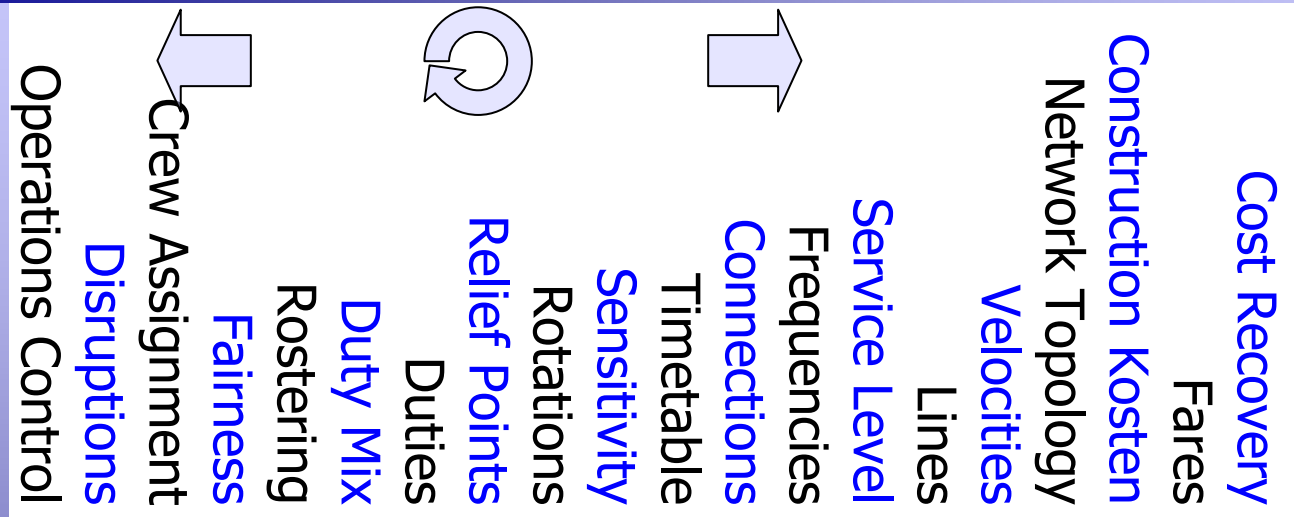
Fahrtenplanung ohne Fahrplan



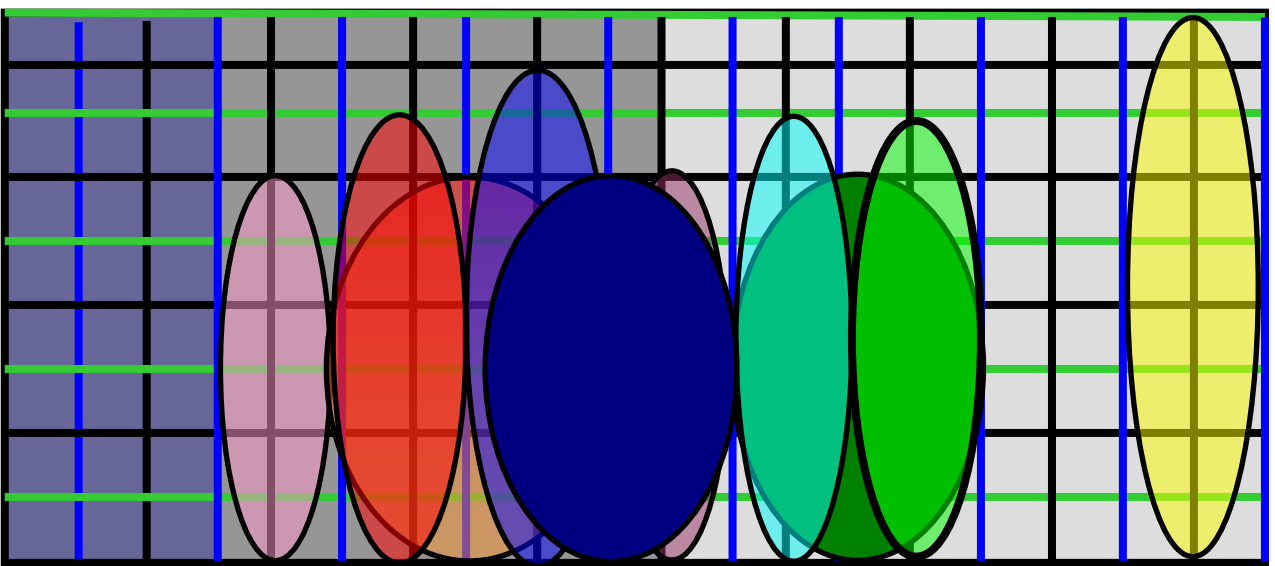
Fahrtenplanung ohne Fahrplan



Ziele der Vorlesung



multidepartmental
 Departments
 multidepotwise
 Depots
 multiple line groups
 Line Groups
 multiple lines
 Lines
 multiple rotations
 Rotations



Reihenf. Dienste Umläufe Fahrten Anschl. Linien Preise

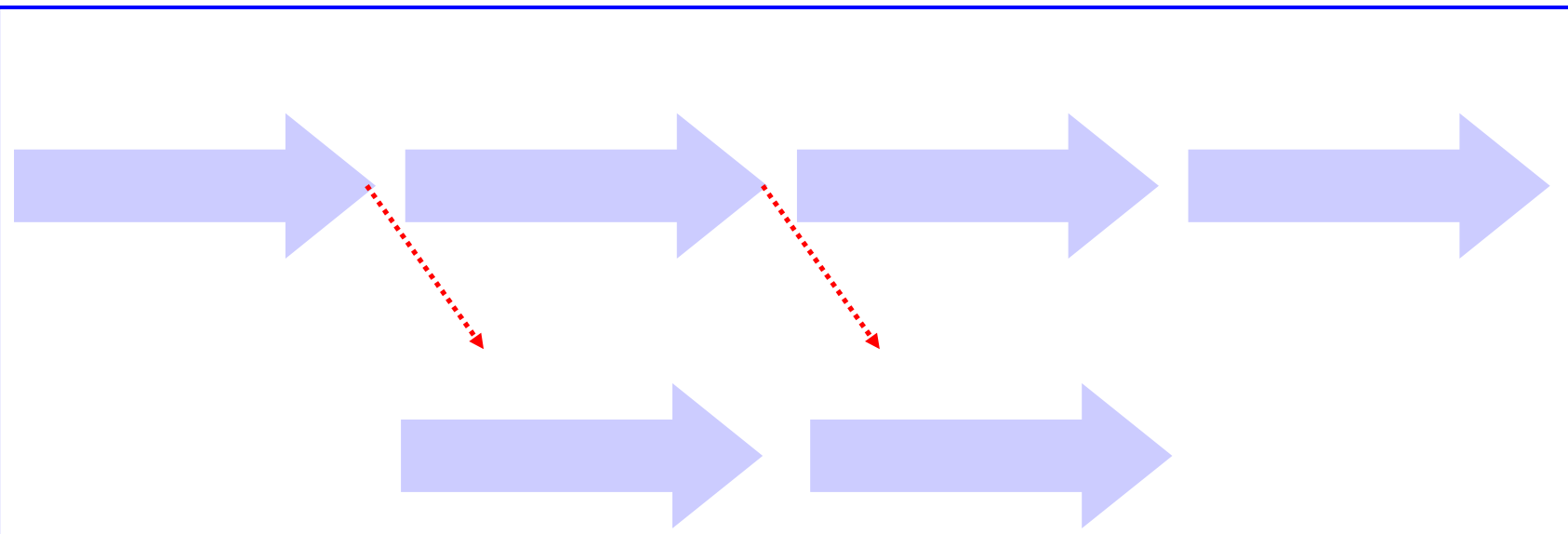
Leuthardt Studie

(Leuthardt 1998, Kostenstrukturen von Stadt-, Überland- und Reisebussen, DER NAHVERKEHR 6/98, S. 19-23.)

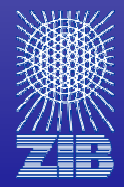
<i>Kosten (DM)</i>	<i>städtisch</i>	<i>%</i>	<i>regional</i>	<i>%</i>
Personal	349 600	73,5	195 000	67,5
Abschreibung	35 400	7,4	30 000	10,4
Kalkulatorischer Zins	15 300	3,2	12 900	4,5
Material	14 000	2,9	10 000	3,5
Treibstoff	22 200	4,7	18 000	6,2
Instandsetzung	5 000	1,0	5 000	1,7
Sonstige Kosten	34 000	7,1	18 000	7,2
Summe	475 500	100,0	288 900	100,0



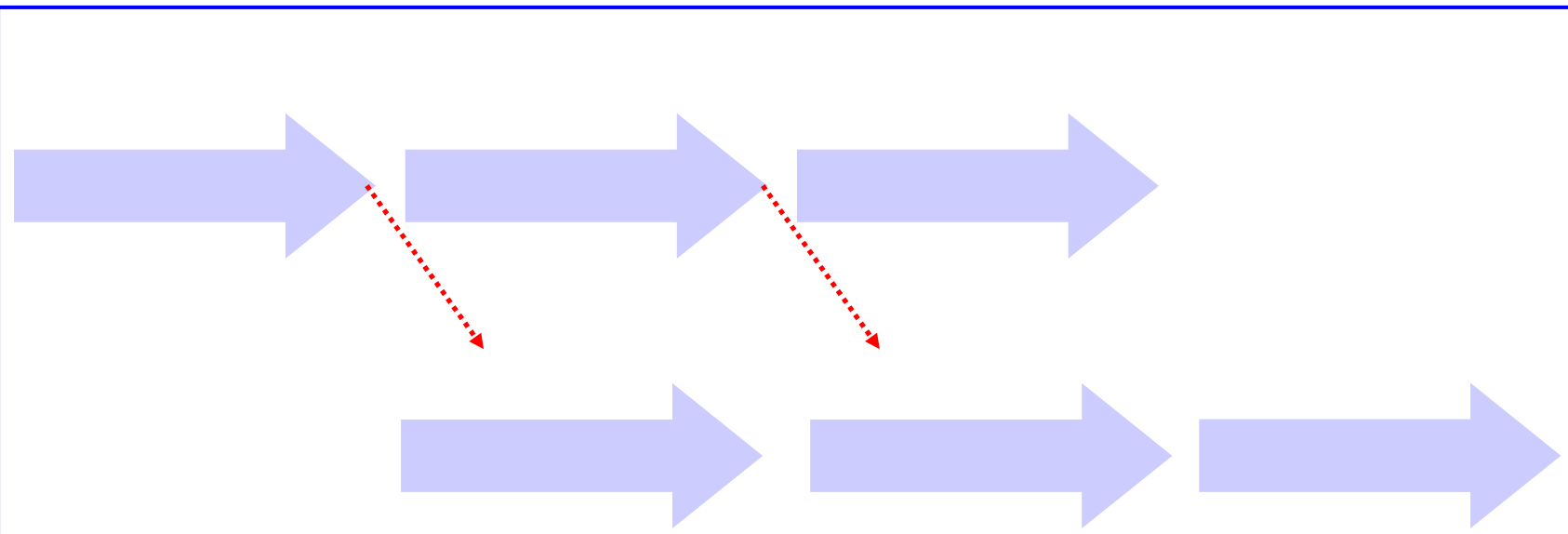
Effizienz



=



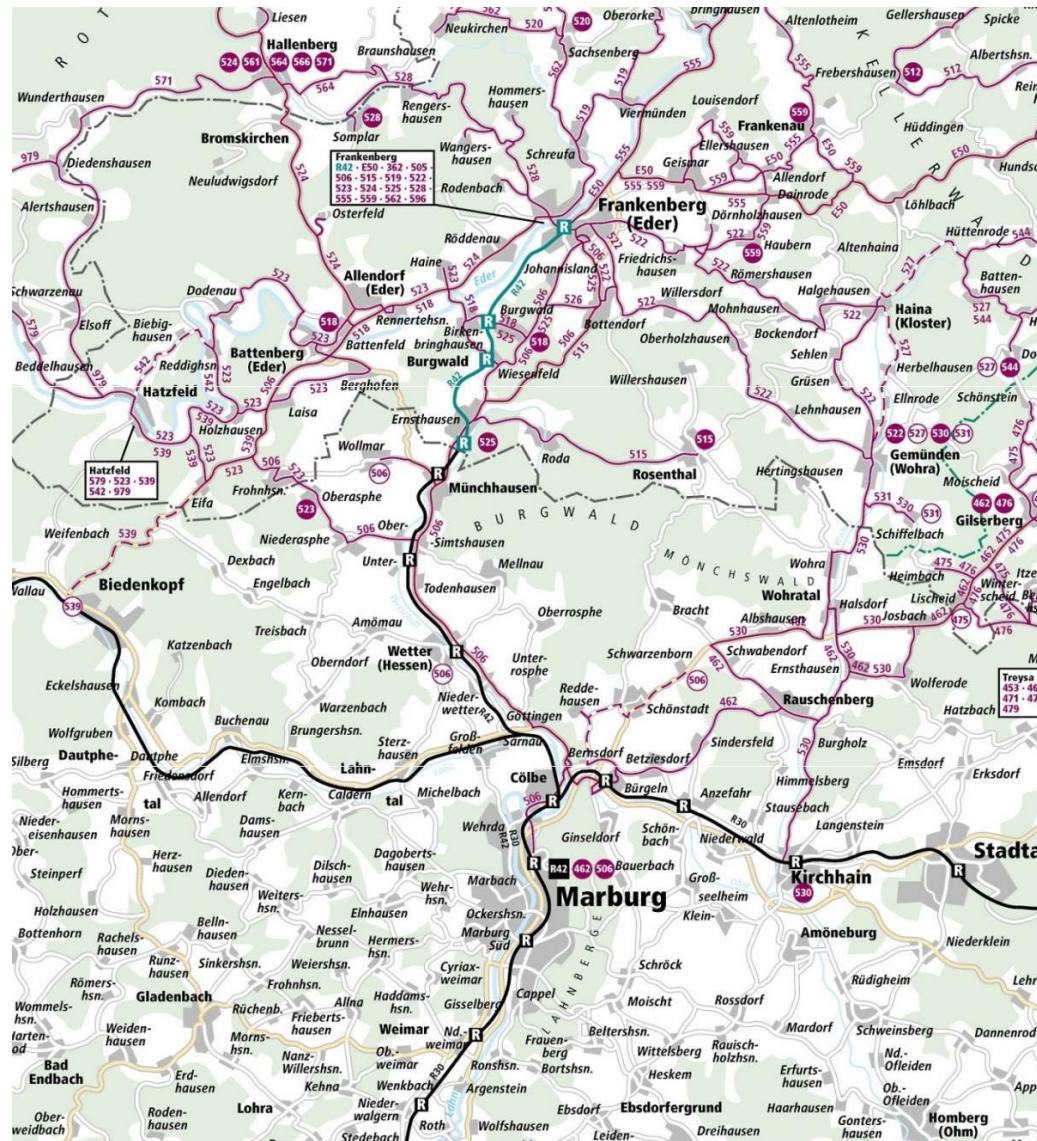
Effizienz



=



Regionalplanung



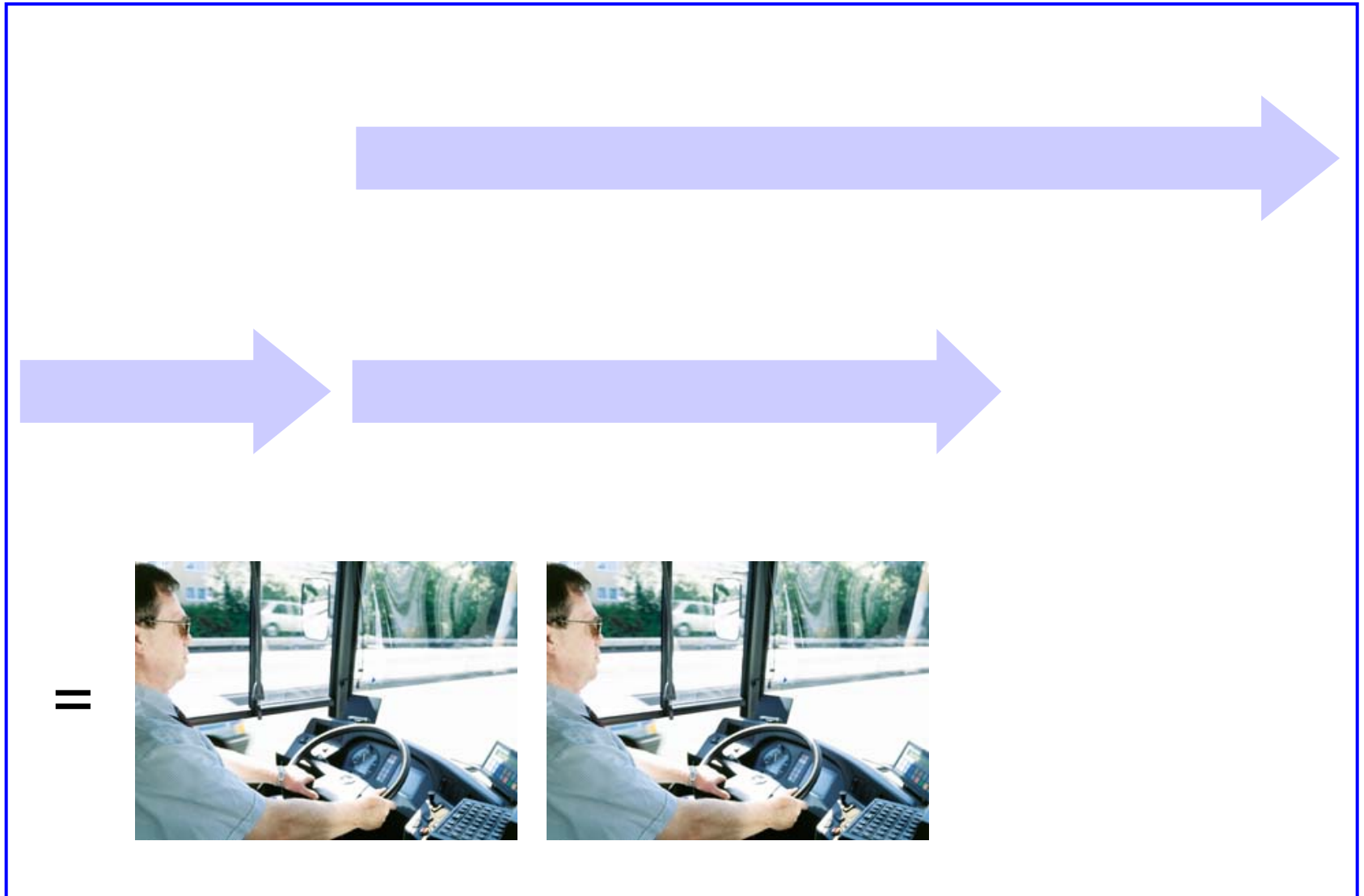
Regionalplanung



=

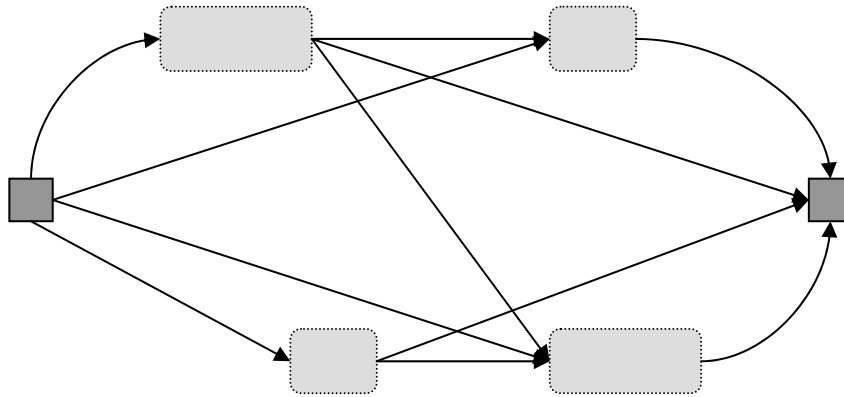


Regionalplanung

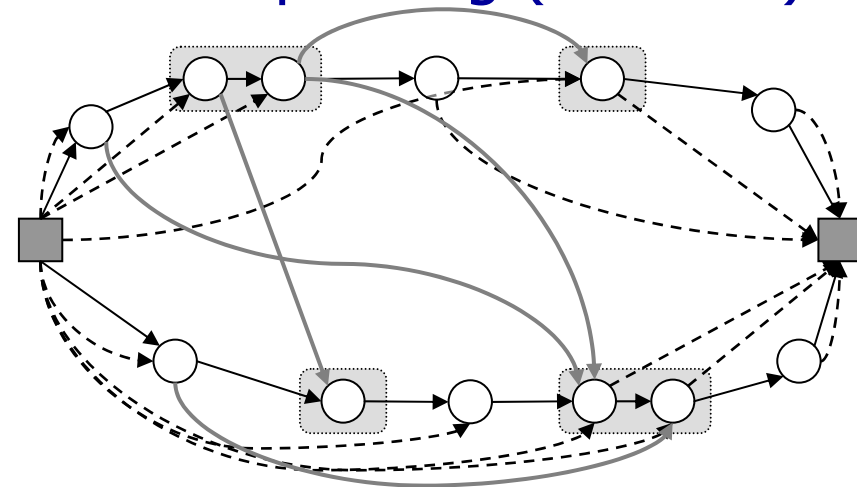


Integration

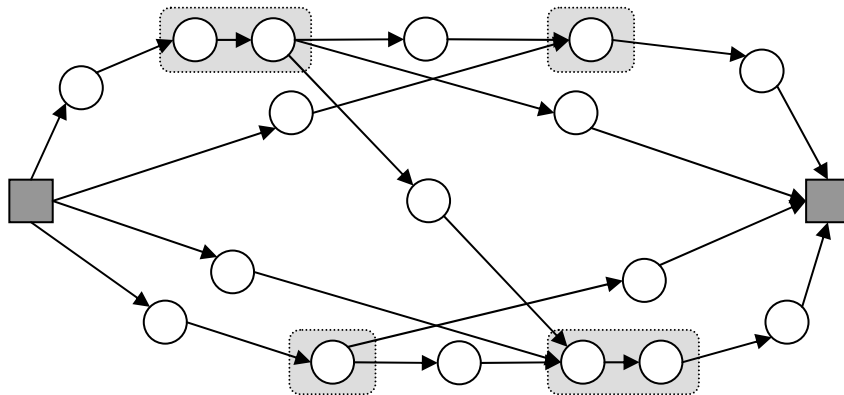
Umlaufplanung



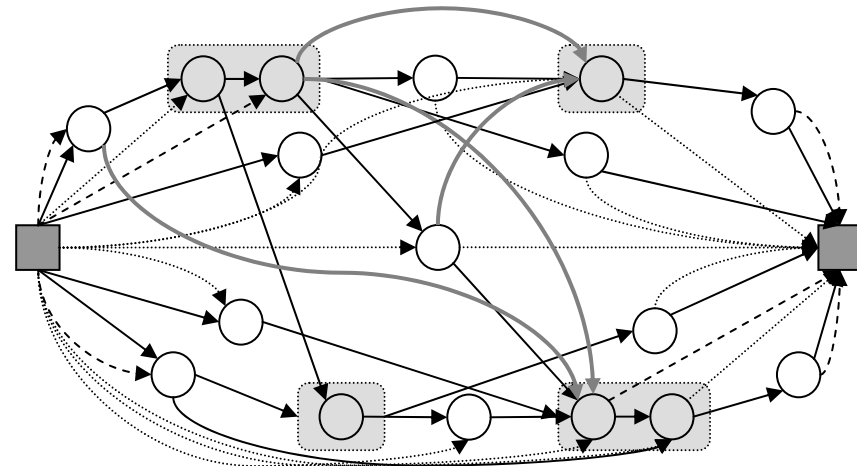
Dienstplanung (Uml. fix.)



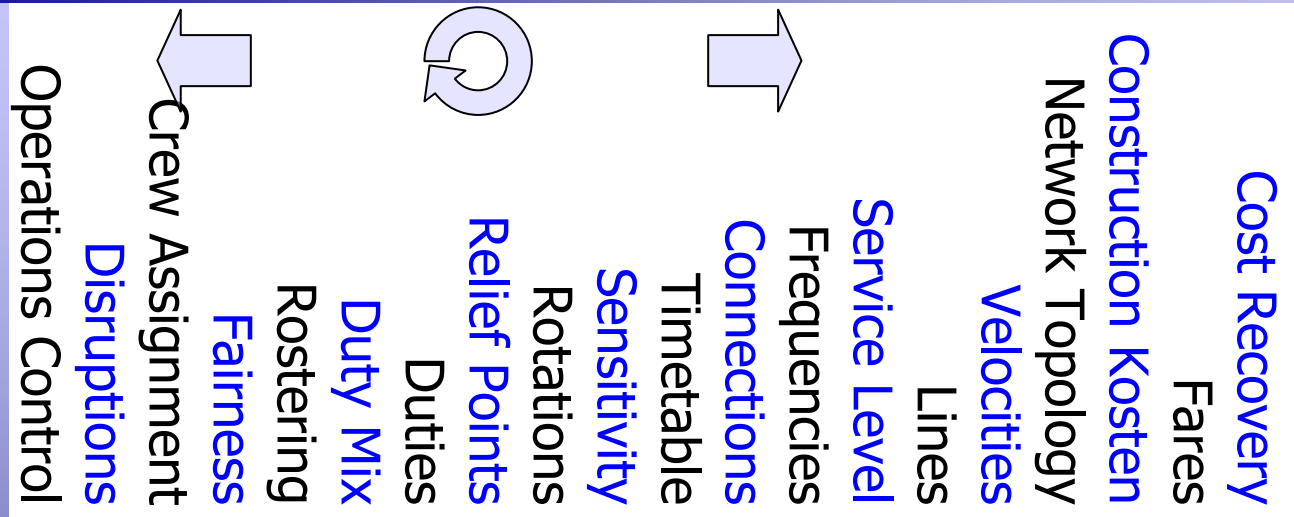
Kombinierte Planung



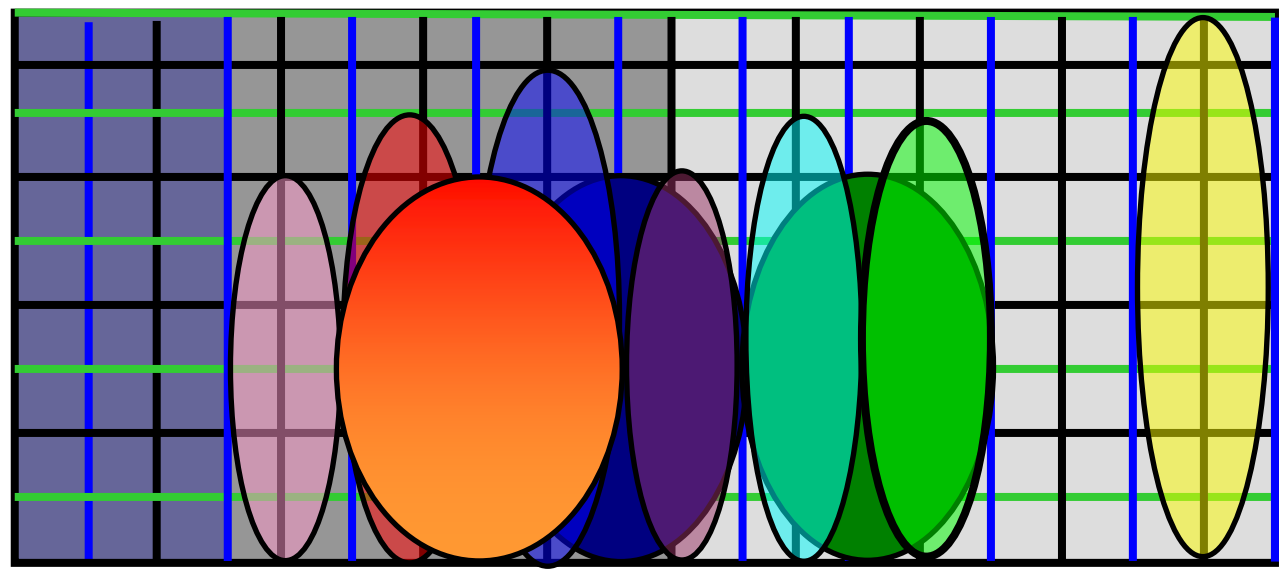
Integrierte Planung



Ziele der Vorlesung



multidepartmental
 Departments
 multidepotwise
 Depots
 multiple line groups
 Line Groups
 multiple lines
 Lines
 multiple rotations
 Rotations



Reihenf. Dienste Umläufe Fahrten Anschl. Linien Preise

Ziele der Veranstaltung

- Vorlesung
 - Praxisnahe Verkehrsplanung
 - Modellieren
 - Aktuelle Theorie
 - Leistungsfähige Algorithmen
- Übung
 - Selber ausprobieren
- Schein
 - Präsenzübungen (+ ggf. Rücksprache)

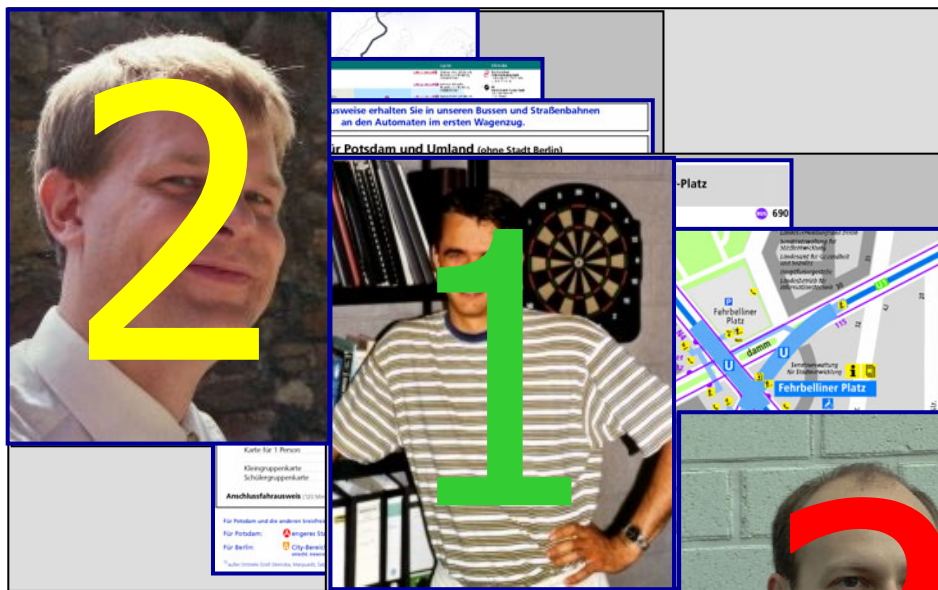


Organisatorisches

- Übung
 - Ca. jede 4. Veranstaltung
 - Ort (Hörsaal/Pool) und Zeit wird vorher angekündigt
- Material
 - Übungen, Folien, Skript (Teile) auf der Homepage
- Kenntnisse
 - Grundkenntnisse in Kombinatorischer Optimierung
 - Lineare Optimierung kann parallel in ADM 2 gelernt werden



Planungsprozeß im ÖPNV



Operative Planung

Angebotsplanung

- Preis/Linienplanung
- Fahrplanung



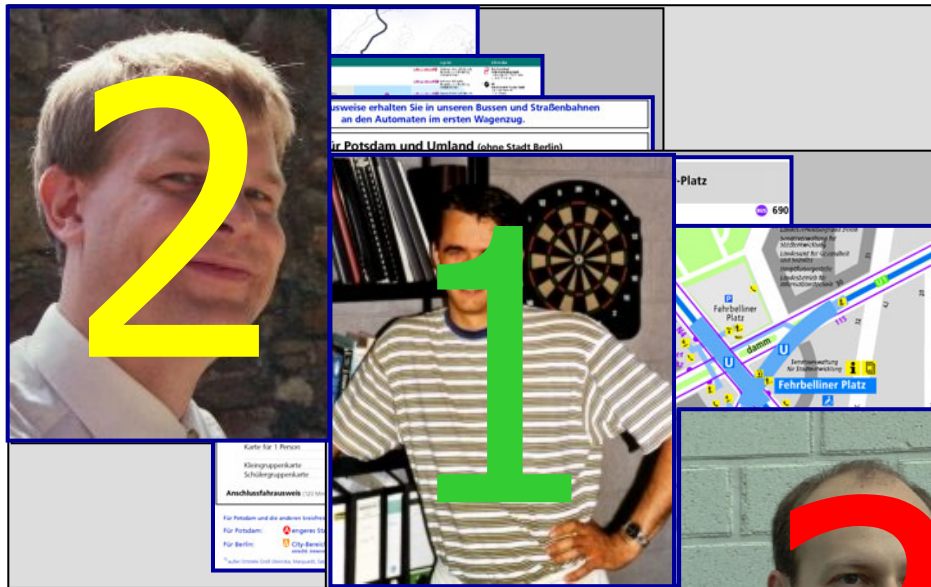
Betriebsleitung

Zugf.	Li.	Uml.	SoL.	SoL-Fzg	SoL-Z.	Ist-Fzg	R.	Ist-Zusi	L
7255	S2	217	1B	423 221	11:48	423 221	0	1B	
7255	S2	227	2B	423 058	11:48	423 058	0	2B	
7555	S5	507	1B	423 365	11:51	423 365	0	1B	
7555	S5	508	2B	423 219	11:51	423 219	0	2B	
7155	S1	128	1B	423 182	11:53	423 182	0	1B	

Zugf.	Li.	Uml.	SoL.	SoL-Fzg	SoL-Z.	Ist-Fzg	R.	Ist-Zusi	L
7255	S2	217	1B	423 221	11:48	423 221	0	1B	
7255	S2	227	2B	423 058	11:48	423 058	0	2B	
7555	S5	507	1B	423 365	11:51	423 365	0	1B	
7555	S5	508	2B	423 219	11:51	423 219	0	2B	
7155	S1	128	1B	423 182	11:53	423 182	0	1B	



Planungsprozeß im ÖPNV



Angebotsplanung

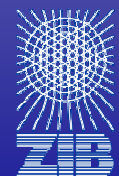
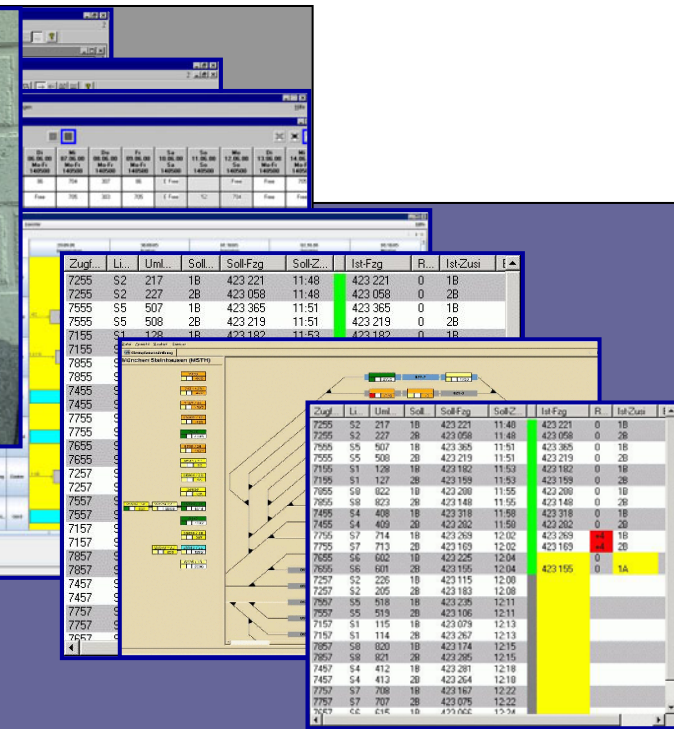
- Fahrplanung: 17.10.-21.11.
- Preisplanung: 6./7.11.
- Linienplanung: 27.11.-19.12.



Betriebsleitung

Operative Planung

- 8.1.-13.2.



Viel Spaß!



- Ralf Borndörfer
borndoefer@zib.de
- Christian Liebchen
liebchen@math.tu-berlin.de
- Marc Pfetsch
pfetsch@zib.de
- Homepage
www.zib.de/borndoefer/Homepage/ws06-2.html

