



19. SAS Club

Der Business Analytics Club
für SAS User

**THE
POWER
TO KNOW®**

Unser Programm für heute

Mathematische Optimierung und Visualisierung für ein Transportproblem

Dr. Gerhard Svolba, SAS-Austria

Neuigkeiten aus der SAS Forschungs- und Entwicklungsabteilung: “Time Series Data Mining”

Dr. Mihai Paunescu, SAS-Austria

Der SAS Ansatz zu „Rapid Predictive Modeling“

Dr. Gerhard Svolba, SAS-Austria

Tipps & Tricks: Dynamischer Austausch von Daten zwischen SAS und MS-Excel

Mag. Bernadette Fabits, SAS-Austria



**THE
POWER
TO KNOW®**

Mathematische Optimierung und Visualisierung für ein Transportproblem

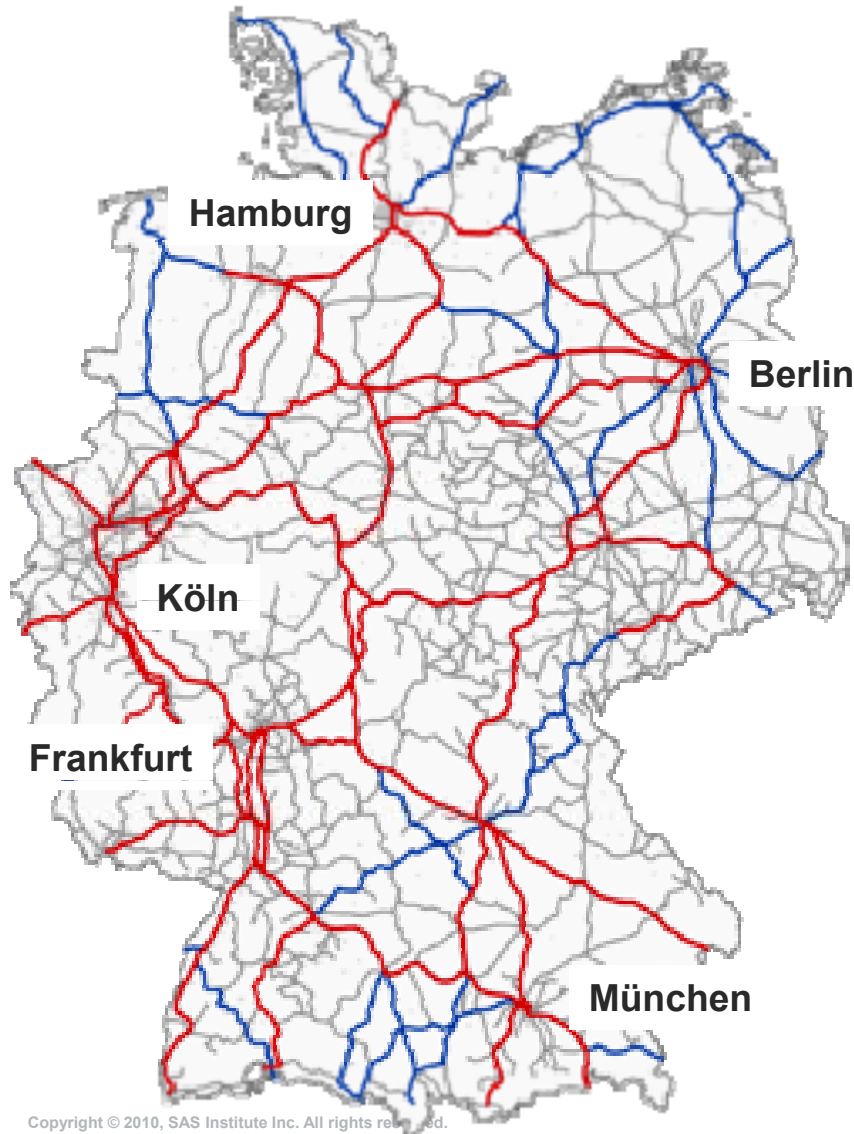
Dr. Gerhard Svolba

(credits to Ulrich Reincke
SAS-Deutschland)

Inhalte

1. Forecasting: Wohin müssen die KSFE-Teilnehmer alle heute noch heimreisen?
2. Optimierung: Wie packen wir alle KSFE Teilnehmer sinnvoll in die Züge der deutschen Bahn?
3. Visualisierung der Problemlösung: Zeitraffer Film mit JMP-Visual Data Disco
4. Simulation „Was wäre Wenn...“: Unterschiedliche Heimreiseszenarien
5. (Erstellen von SAS Graphiken mit SGPLOT)

Forecasting-Optimierung-Simulation



- In Berlin findet eine SAS Konferenz mit 363 Teilnehmern statt
- Wie bringt man alle Teilnehmer mit der Deutschen Bahn in der kürzest möglichen Zeit zu ihren Heimat-Bahnhöfen
- Berücksichtigung von Heimatorten und Bahnhöfen, Zugfahrplänen, Kapazitäten pro Zug

Umsetzung des Streckennetzes in SAS



Wo liegen die Heimattorte der KSFE Teilnehmer?

■ Extraktion aus der Teilnehmerliste



KSFE
KOOPERATION DER SAS ANWENDER
IN FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Termin: 25.2. - 26.2.2010

Home Call for Paper Infos

Anmeldung:

- Gebühren
- Registrierung
 - per Web-Formular
 - per Fax-Formular
- Stornierung
- Teilnehmerverzeichnis**

Gebühren

Anmeldung und Zahlungseingang

Teilnahme für Studierende ²

Teilnahme an der 14. KSFE

Teilnahme für Freikarteneinhaber ³

Teilnahme an einem Tutorium ⁴

Stornierungsgebühr

Alle Teilnahmegebühren sind steuerfreie Le
überweisungskosten, Bankgebühren u.ä. sind v.

1) Die reduzierte Teilnahmegebühr gilt nur bei Anmeldung un

2) Senden Sie bitte eine aktuelle Immatrikulationsbescheinig
Tagungsgebühr für Studierende sind weder der Tagungs-
beim Shaker-Verlag bestellt werden.

3) Freikarteneinhaber, auf die sich eine Gebührenbefreiung ers
(Referent oder Posterproduzent) oder je Firmenstand zwe
ausschließlich für die Konferenzgebühr und nicht für Teiln

4) Die gebührenpflichtigen Tutorien finden parallel statt. Dan
möglich. Da die Teilnehmeranzahlen jeweils begrenzt sind,
von Teilnehmern vor, wenn das Kontingent erschöpft ist.

Sponsored by:

► **Registrierung als**

Versicherungskammer Bayern
C1UC01
D-81539 München

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Biometrie und Medizinische Informatik
D-39120 Magdeburg

Siemens Healthcare Diagnostics Products GmbH
Quality Assurance / Statistics/Validation
D-35001 Marburg

Condat AG
Business Intelligence & Data Quality
D-10559 Berlin

Freie Universität Berlin
Institut für Biometrie und Informationsverarbeitung
D-14163 Berlin

Accovion GmbH
Statistical Programming
D-65760 Eschborn

Aurich Consulting GmbH
CH-5405 Baden

ING-DiBa AG
Produkt- und Zielgruppenmanagement
D-60486 Frankfurt

Wo liegen die Heimatforme der KSFE Teilnehmer?

KSFE Anmeldeungen

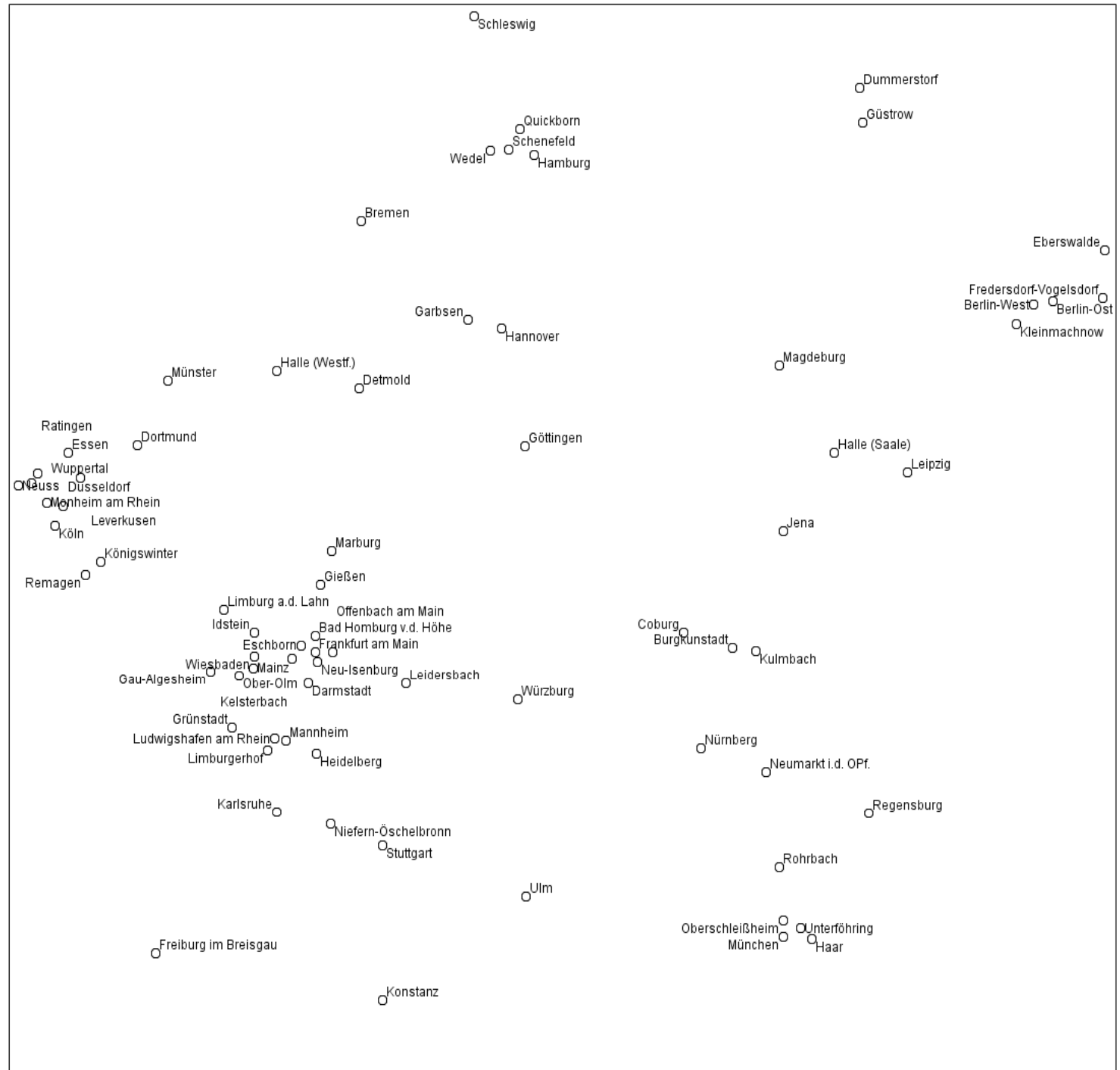
PLZ Tabelle

	PLZ5	X	Y
4920	68307	352874.31	258934.63
4921	68309	357254.05	254843.87
4922	68519	359536.26	258446.53
4923	68526	363325.49	249390.25
4924	68535	362351.51	246745.42
4925	68542	363158.53	254321.9
4926	68549	359835.77	249579.43
4927	68623	359619.89	266269.62
4928	68642	353279.19	268494.23
4929	68647	350912.73	273602.05
4930	68649	354704.25	276325.55
4931	68723	360786.11	238555.16
4932	68753	357301.22	222481.97
4933	68766	356984.87	233541.34
4934	68775	356871.02	237522.21
4935	68782	357426.1	240762.38
4936	68789	362555.93	225912.59
4937	68794	354258.06	226482.27
4938	68799	360017.99	230097.88
4939	68804	354768.89	229968.77
4940	68809	356521.24	229725.22
4941	69115	367789.83	241152.07
4942	69117	371673.35	240003.8
4943	69118	373595.03	243221.14

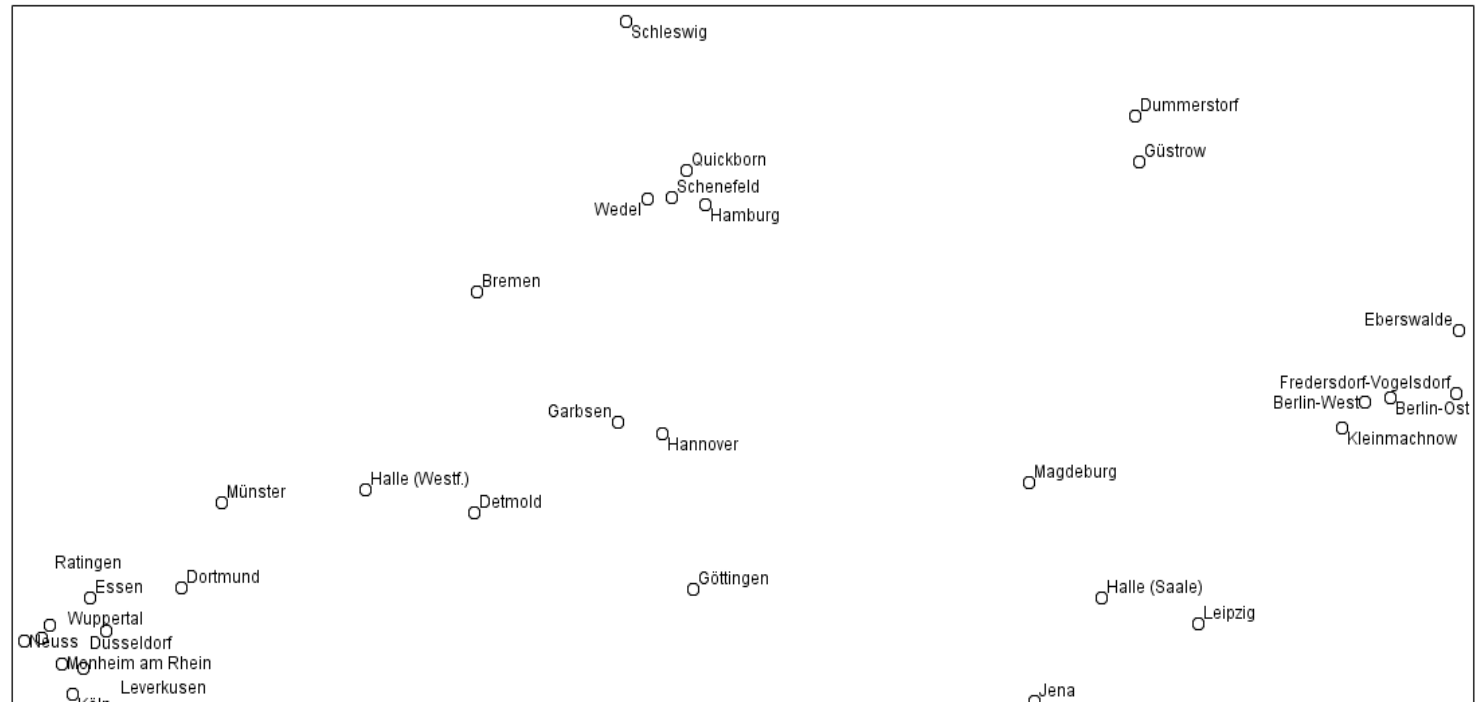
PLZ aus
Teilnehmerliste“
anreichern (Join) mit
geografischen x- und y-
Koordinaten

L	M
plz_z	ORT
68165	Mannheim
79111	Freiburg im Breisgau
04109	Leipzig
04109	Leipzig
85737	Ismaning
85737	Ismaning b. München
85737	Ismaning
85737	Ismaning
50354	Hürth
65760	Eschborn
45470	Mülheim an der Ruhr
60329	Frankfurt am Main
60329	Frankfurt am Main
20095	Hamburg
15366	Dahlwitz-Hoppegarten
50968	Köln
35039	Marburg
35039	Marburg
55116	Mainz
64293	Darmstadt
81379	München
68723	Schwetzingen
89077	Ulm

Heimat- orte der KSFE Teil- nehmer

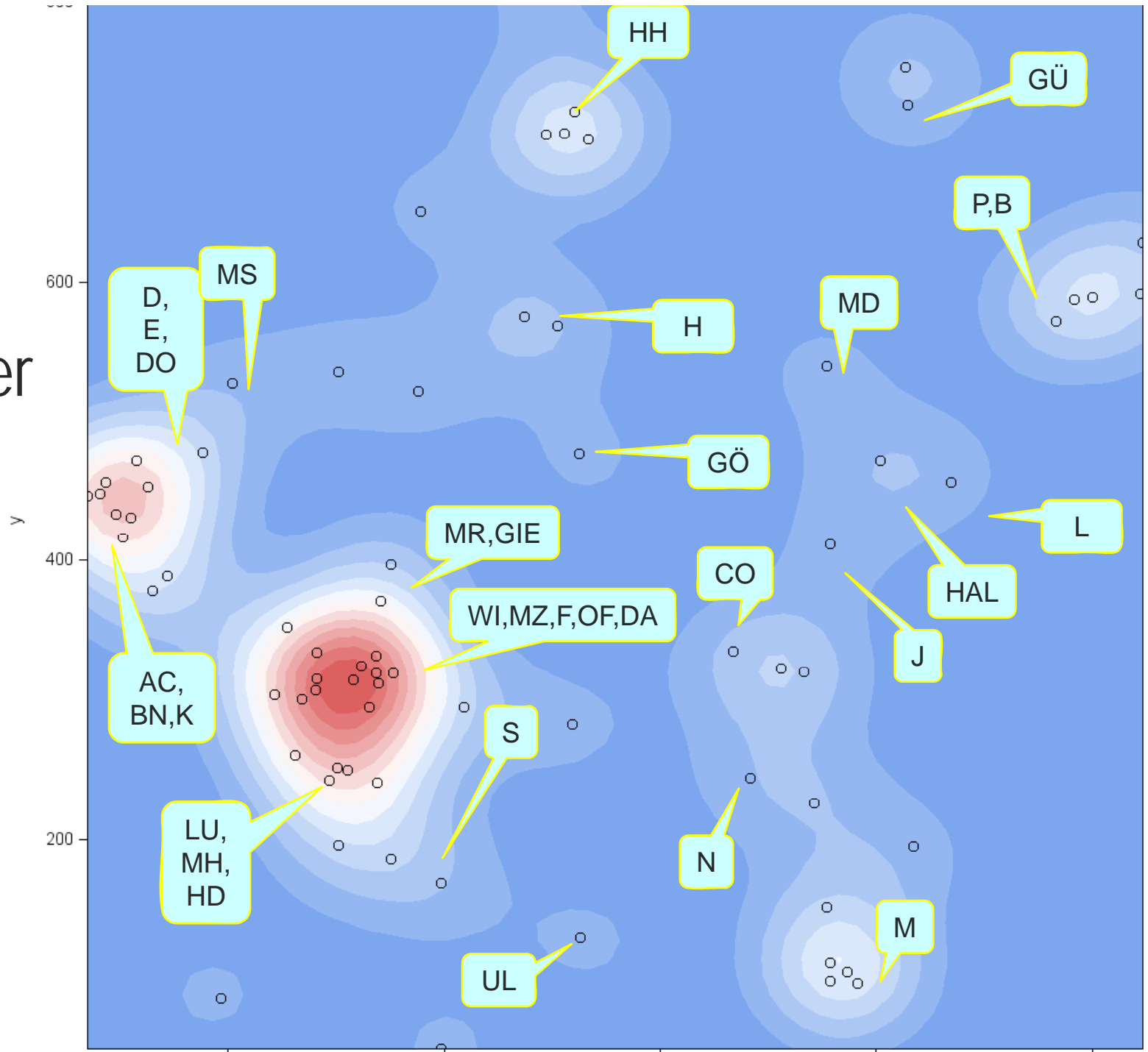


Heimatorte der KSFE Teilnehmer

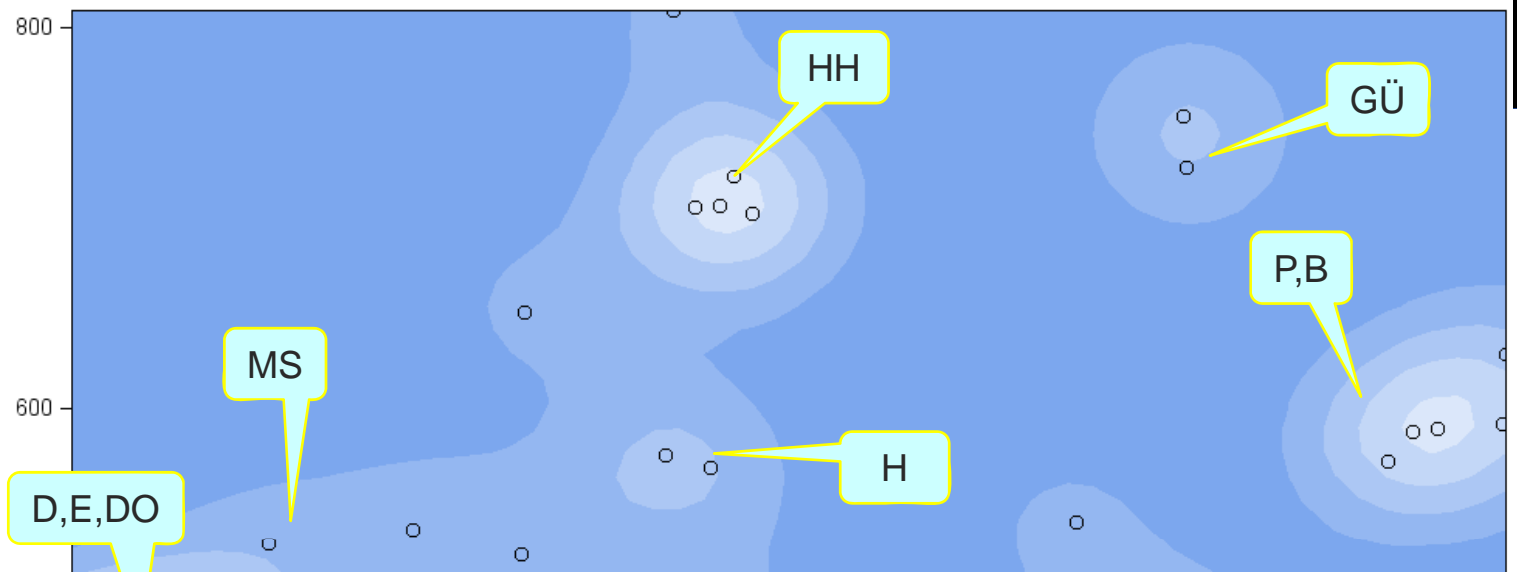


```
Title 'Heimatorte';
ods graphics on
  / imagemap=on border=off imagefmt=staticmap
  width=1700 height=1600
  imagename="Scatterplot Heimatorte";
proc sgplot data=heimatort_bhf(where=(Typ le 2));
scatter x=x y=y /datalabel=Ort;
yaxis display=None;
xaxis display=None;
run;quit;
ods graphics off;
```

Dichte der Geover- teilung der Heimat- orte der KSFE Teil- nehmer



Dichte der



Title 'Schätzung der Dichte der geografischen
Verteilung SAS Nutzer auf deutschem Modell'

ods graphics on

/ imagemap=on border=off imagefmt=staticmap

width=1700 height=1600

imagenname="Dichte Heimatorte";

proc kde data=heimatort_bhff(where=(Typ le 2));

bivar (x y) / bwm=.4 plots=all;

run;

ods graphics off;

DB Download Fahrplan: (Station, Ankunft Abfahrt)

Startseite | Angebotsberatung

<http://reiseauskunft.bahn.de/>

Bahn
Hotel
Mietwagen
Mobilität

☒ Einfache Fahrt
 ☐ Hin- und Rückfahrt

☒ Abfahrt
 ☐ Ankunft

☒ Schnelle Verbindung bevorzugen
 ☐ Nur Nahverkehr

Erwachsene
 Kinder 6-14 J.
 Kinder 0-5 J.

1. Erwachsener

☒ 2. Klasse reisen
 ☐ 1. Klasse reisen

Fahrtinformationen

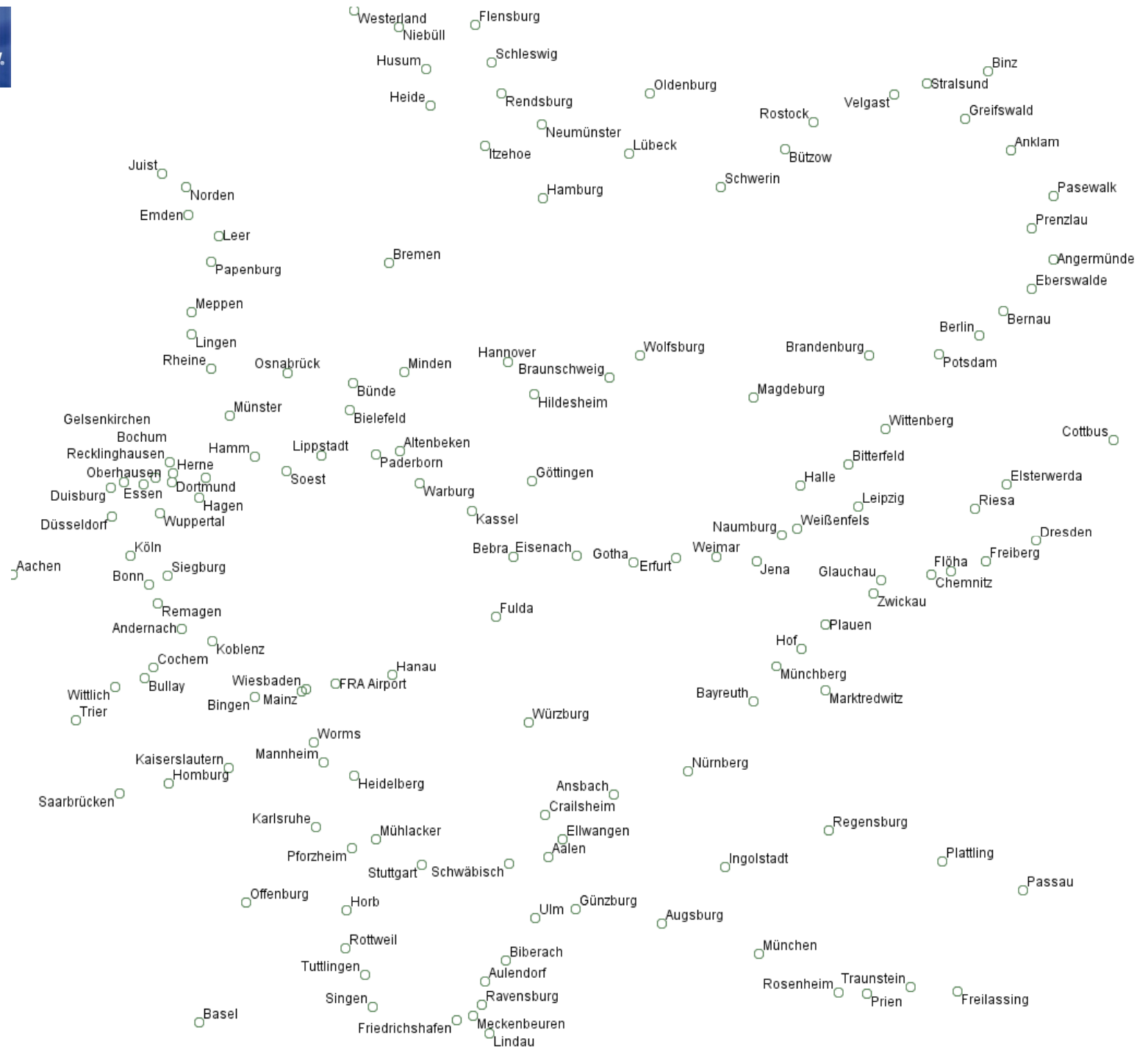
ICE 70 (Zuglauf vom: 14.09.09)

Halt	Ankunft	Abfahrt
aktuelle Zeit: 12:02		
Basel SBB		15:04
Basel Bad Bf	15:10	15:13
Freiburg(Breisgau) Hbf	15:47	15:49
Baden-Baden	16:31	16:33
Karlsruhe Hbf	16:49	16:51
Mannheim Hbf	17:14	17:16
Frankfurt(Main)Hbf	17:53	17:58
Kassel-Wilhelmshöhe	19:21	19:23
Göttingen	19:41	19:43
Hannover Hbf	20:17	20:20
Hamburg-Harburg	21:26	
Hamburg Hbf	21:37	

	PLZ	X	Y	Ortsname für PLZ
4920	68307	352874.31	259934.63	Mannheim
4921	68309	357254.05	254843.87	Mannheim
4922	68519	359536.26	258446.53	Vienheim
4923	68526	363325.49	249390.25	Ladenburg
4924	68535	362351.51	246745.42	Edingen-Neckarhausen
4925	68542	363158.53	254321.9	Heddesheim

Bahnhöfe anreichern
(Join) mit geografischen
x- und y-Koordinaten

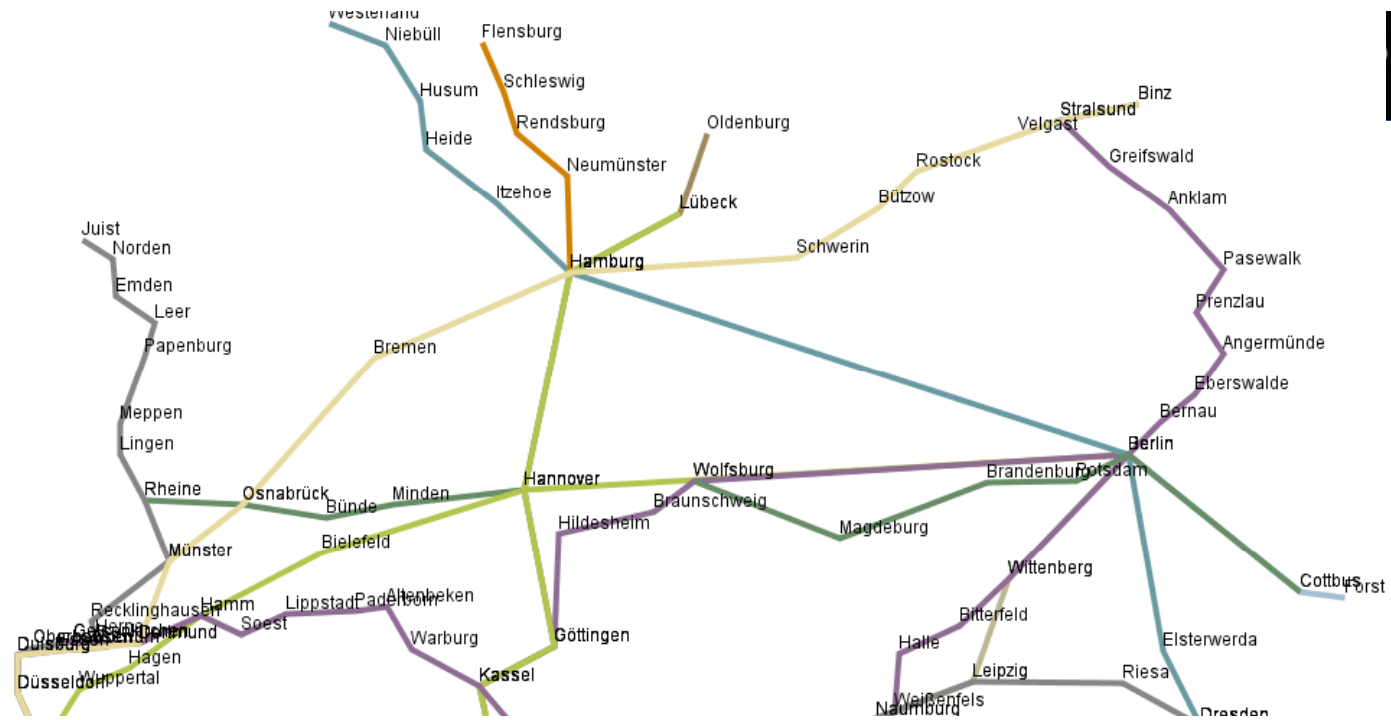
Bahn- höfe der Zug- verbin- dungen



Routen der Zugver- bin- dungen



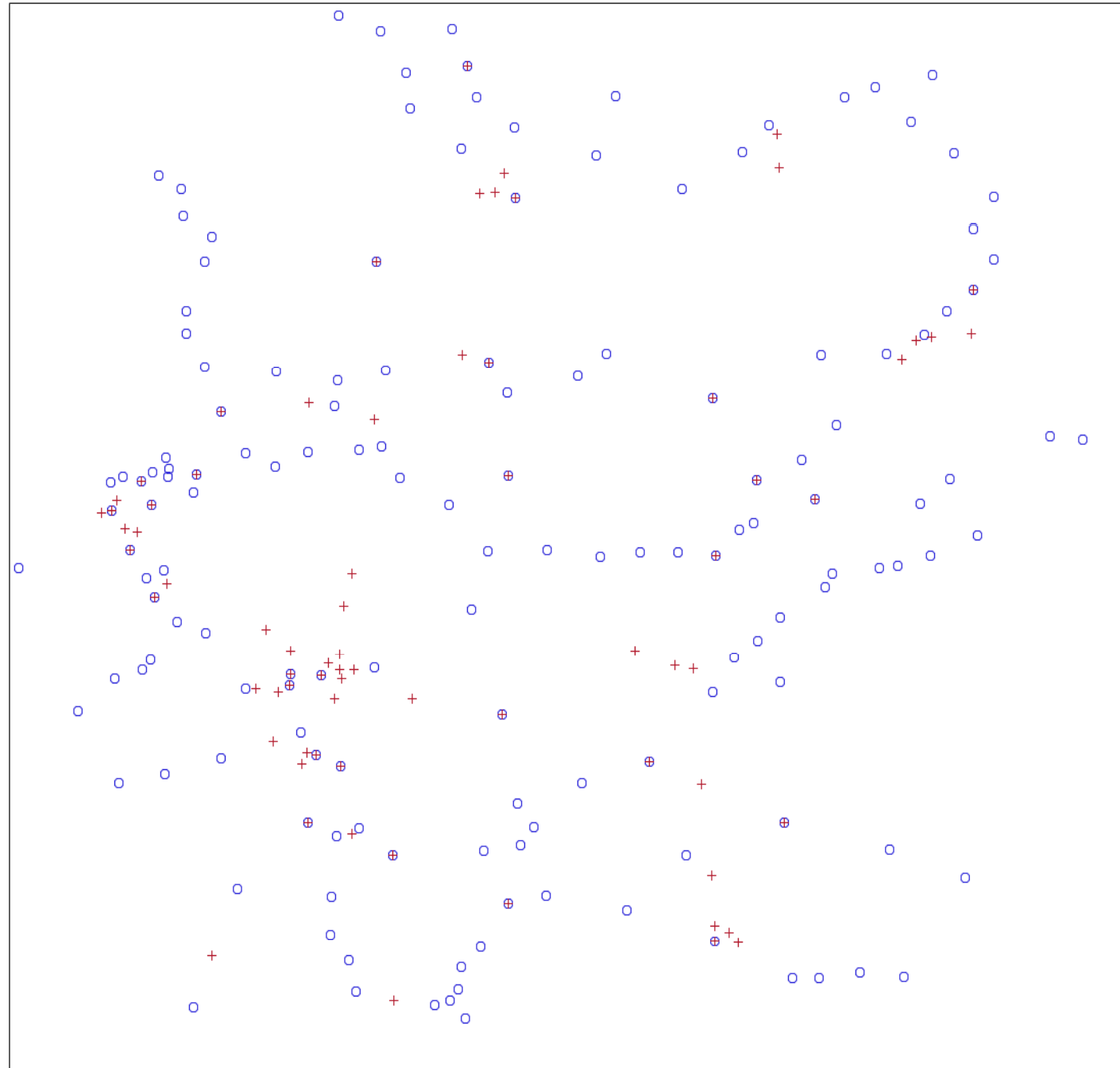
Routen der Zugver- bin- dungen



```
ods graphics on
/ imagemap=on border=off imagefmt=staticmap
width=1700 height=1600
imagename="Bahnverbindungen";
proc sgplot data=routes_input(where=(substr(route,1,1) eq 'g'));
series x=x y=y /datalabel=stop group=routed
LINEATTRS=(pattern=solid Thickness=3);
yaxis display=None;
xaxis display=None;
keylegend /position=right;
run;quit;
ods graphics off;
```

Bahnhöfe und Heimat- orte der KSFE Teilnehmer

Heimatorte (rote Kreuze) und Bahnhöfe (blaue Kreise)



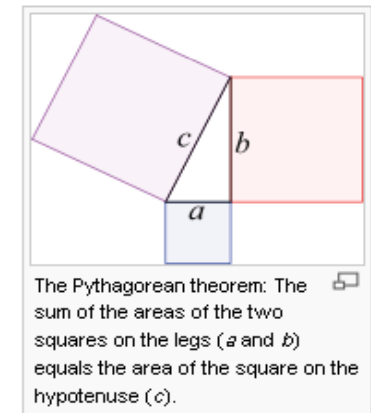
Wie finde ich zu jedem Heimatort den nächsten Bahnhof?

■ Optimierung mit SAS/OR (Optmodel):

```
proc optmodel;
set <str,num> ORTE;
num x{ORTE},y{ORTE},count{ORTE};
str Typ{ORTE};
read data heimatort_bhf into ORTE=[ort Typ] x y;
num dist{<i,ii> in Orte,<j,jj> in Orte: ii = 1 and jj>1}
    =sqrt((x[i,ii]-x[j,jj])**2+(y[i,ii]-y[j,jj])**2);
num Min_dist{<i,ii> in Orte: ii<2 }=(min{<j,jj> in Orte: jj>1}
    dist[i,ii,j,jj]);
create data Zubringer(when=(min_dist eq dist))
    from [Heimatort Typ_H Bahnhof Typ_B]=
        {<i,ii> in Orte,<j,jj> in Orte: ii = 1 and jj>1 }
        min_dist[i,ii] dist[i,ii,j,jj] x_h=x[i,ii] y_h=y[i,ii] x_b=x[j,jj] y_b=y[j,jj]};
quit;
```

Input Tabelle „heimatort_bhf“

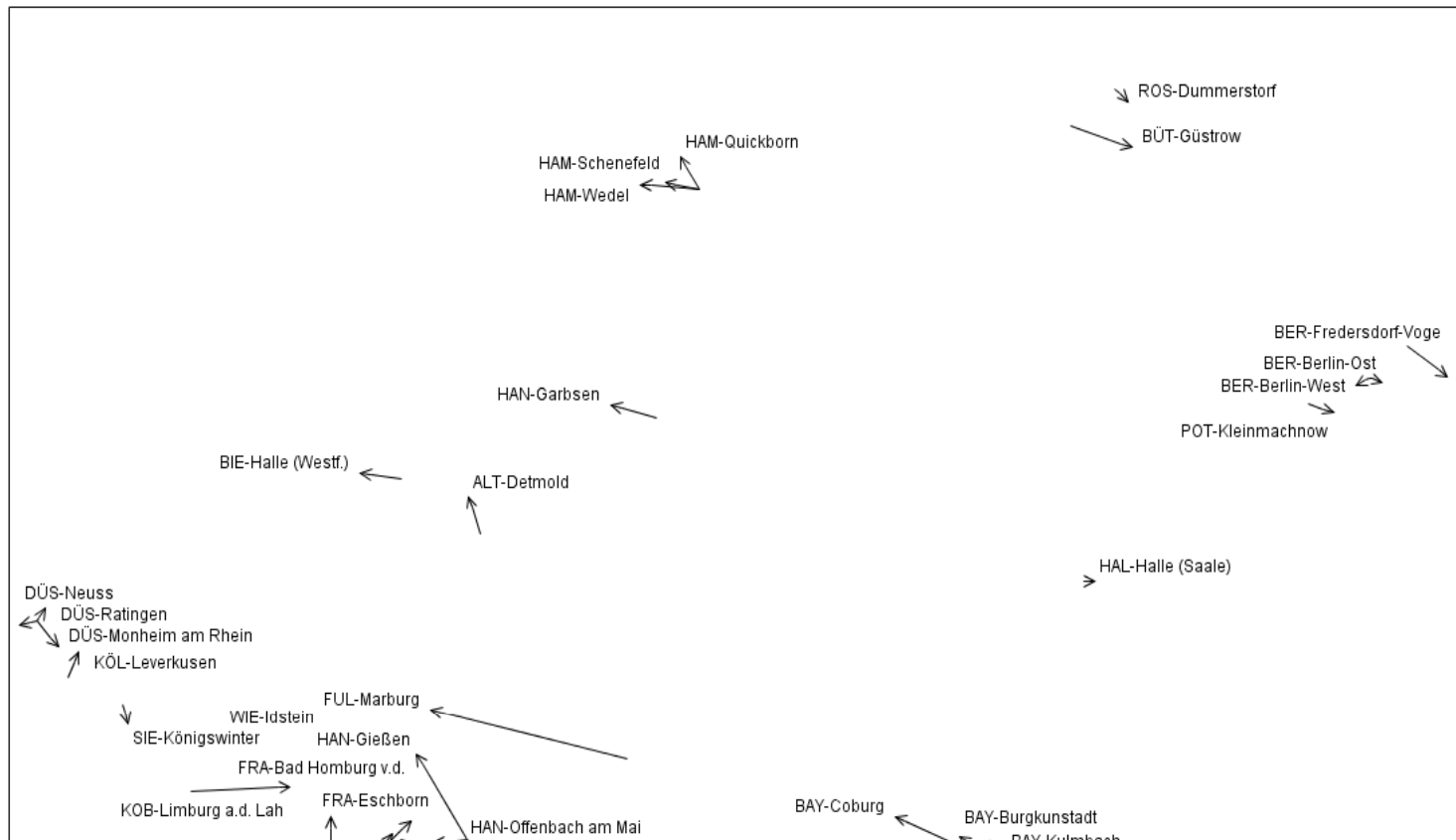
Ort	x	y	count	typ
Aachen	188	401	10	2
Aalen	469	177	0	3
Altenbeken	392	500	0	3
Amberg	598	246	4	1
Andernach	278	358	0	3
Angermünde	735	653	0	3
Anklam	712	738	0	3
Ansbach	504	227	0	3
Augsburg	529	127	10	2
Aulendorf	437	78	0	3



	Heimatort	Bahnhof	dist	x_h	y_h	x_b	y_b
1	Kaufbeuren	Augsburg	60	508	70	529	127
2	Landsberg a. Lech	Augsburg	39	527	88	529	127
3	Türkheim	Augsburg	41	510	90	529	127
4	Windach	Augsburg	37	539	91	529	127
5	Freiburg im Breisgau	Basel	46	299	89	287	45

Output Tabelle „Zubringer“

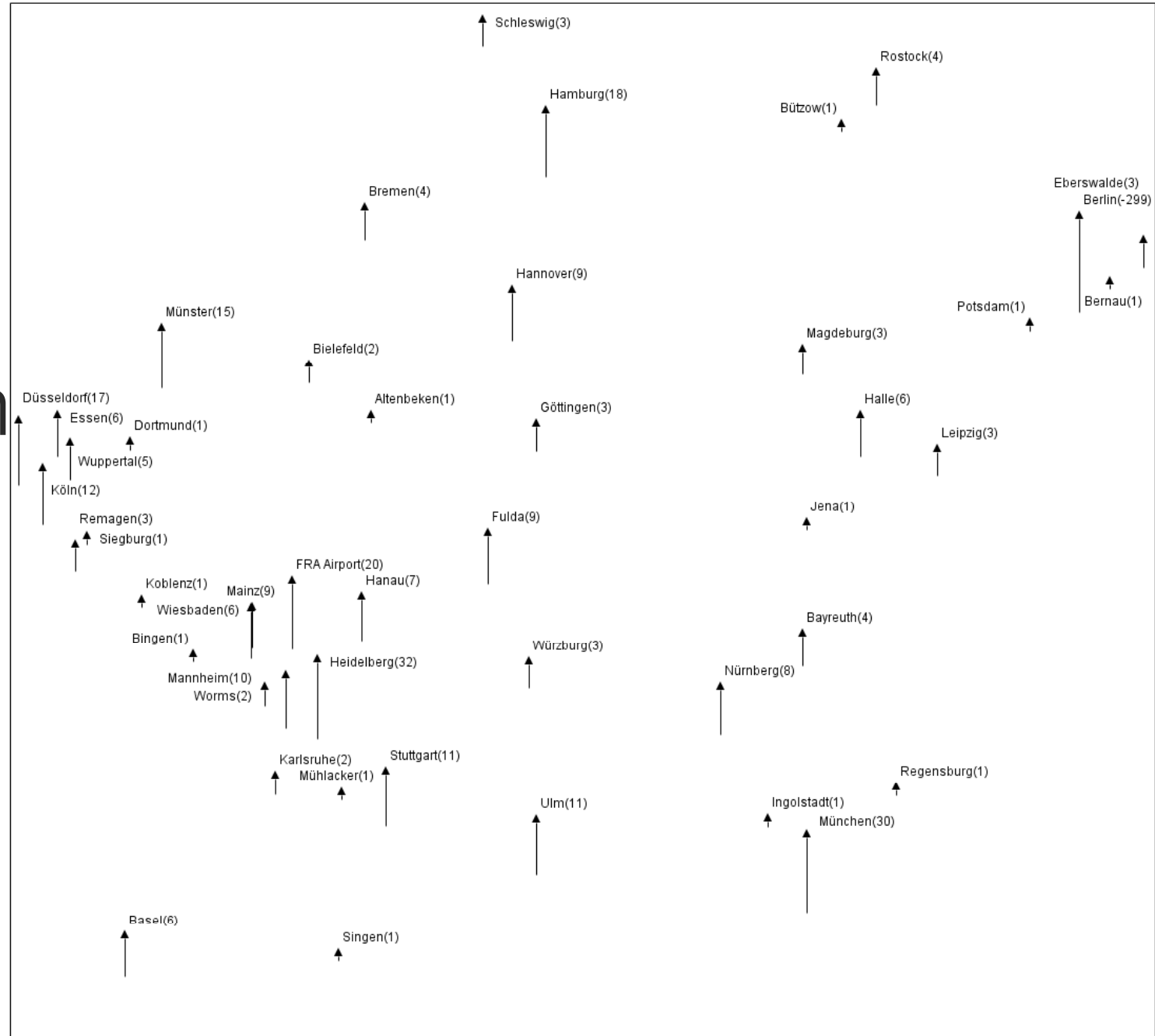
Bahn- hofs- zuord- nungen der Heimatorte



```
Title 'Zuordnung Heimatort-Bahnhof (minimale Distanz)';
ods graphics on / imagemap=on border=off imagefmt=staticmap
                    width=1700 height=1600 imagename="Zubringer";
proc sgplot data=zubringer;
vector x=x_h y=y_h / xorigin=x_b yorigin=y_b datalabel=label;
yaxis display=None;
xaxis display=None;
run;quit;
ods graphics off;
```

Gesamt-
anzahl
Personen
je
Bahnhof

Reisebedarf zu den Zielbahnhöfen



Gesamt-
anzahl

Personen
je
Bahnhof

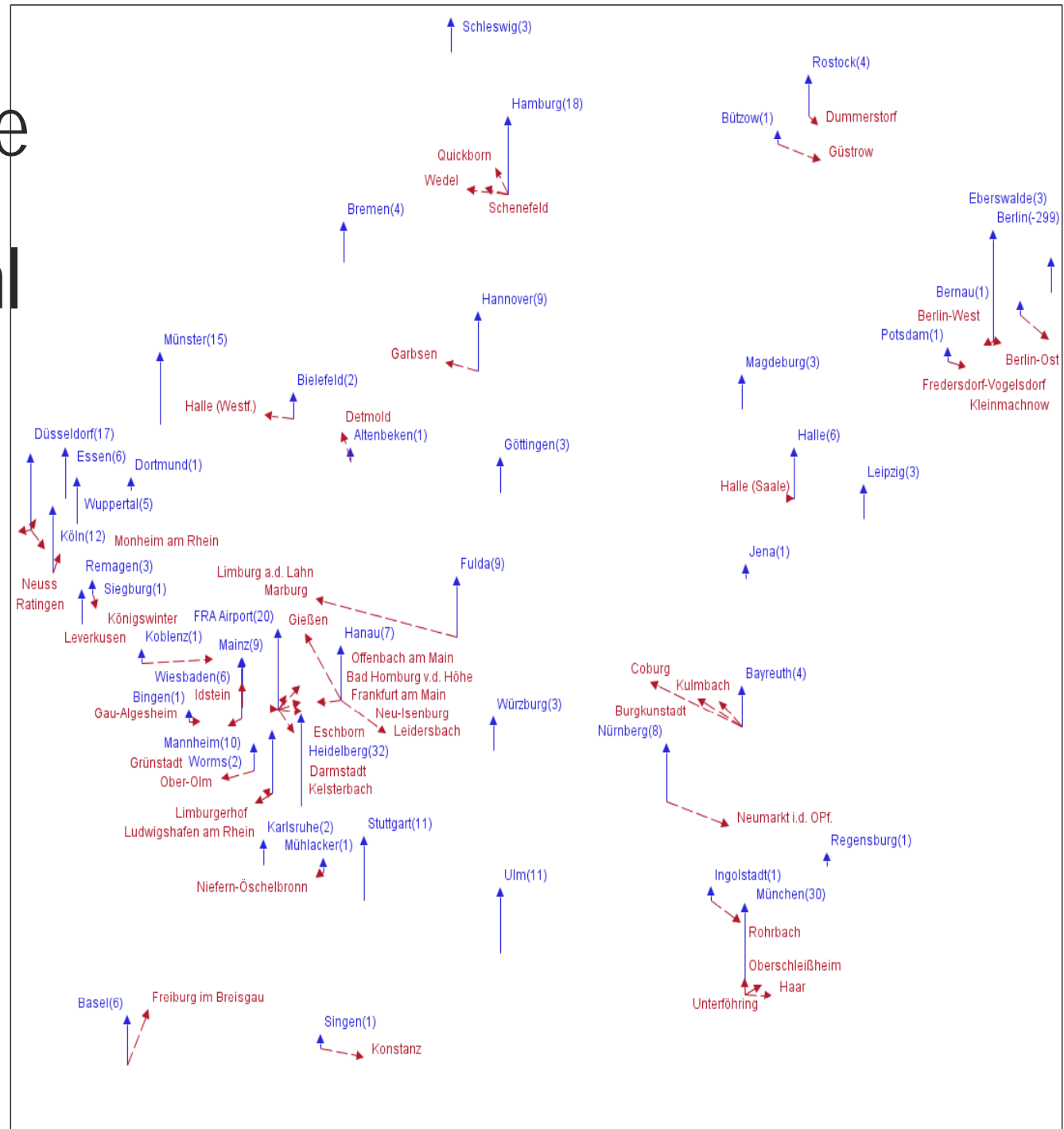


```

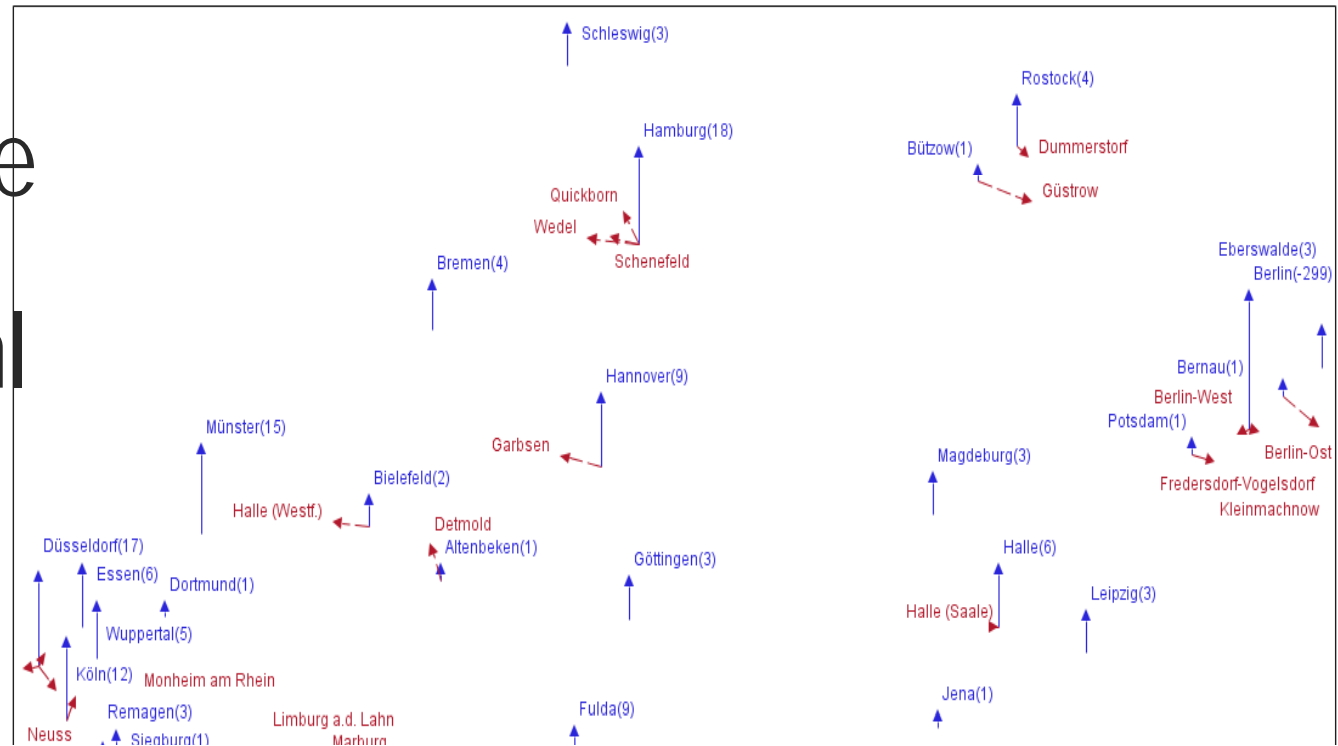
Title 'Reisebedarf zu den Zielbahnhöfen';
ods graphics on / imagemap=on border=off imagefmt=staticmap
width=1700 height=1600
imagename="Netto Reisebedarf";
proc sgplot data=sfd09.net_DS(where=(net_ds ne 0));
vector x=x y=1 / xorigin=x yorigin=y datalabel=ort1
ARROWHEADSHAPE= filled;
yaxis display=None;
xaxis display=None;
run;quit;
ods graphics off;

```

Prognostizierte Gesamtanzahl Personen je Bahnhof & Zubringer



Prognostizierte Gesamtanzahl Personen je Bahnhof & Zubringer



```
Title 'Reisebedarf zu und an den Zielbahnhöfen';
ods graphics on / imagemap=on border=off imagefmt=staticmap
                  antialiasmax=300 width=1700 height=1600
                  imagename="Netto Reisebedarf";

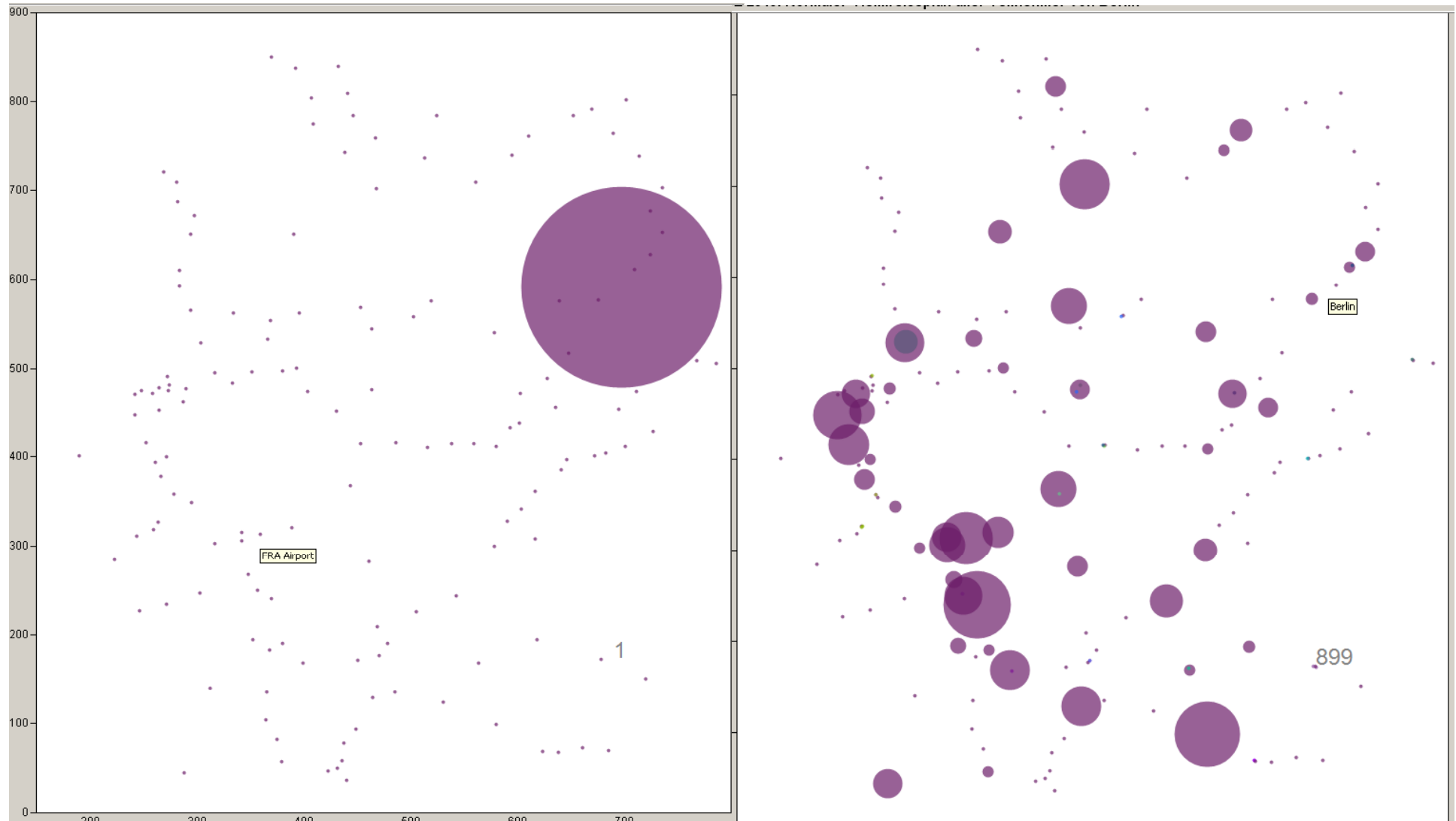
proc sgplot data=vektor;
vector x=x y=y / xorigin=xo yorigin=yo
          datalabel=label ARROWHEADSHAPE=filled group=typ;

yaxis display=None;
xaxis display=None;
run;quit;
ods graphics off;
```

2. Optimierungsaufgabe:

- Verteile die 363 KSFE Teilnehmer gemäß der so prognostizierten Nachfrage in ihren Heimatorten unter Nutzung der gegebenen Bahnverbindungen
- Minimiere Reisekosten/Reisezeiten
- Berücksichtige alle Kapazitäts-Beschränkungen:
 - Platz in Zügen, Bahnhöfen
 - Fahrplan
 - Mögl. Verbindungen
 - Netto Angebot (zum Zeitpunkt 1): 363 Personen in Berlin
 - Individuelle prognostizierte Nachfrage zum Zeitpunkt $T=889$ Minuten in den Heimatbahnhöfen aller Teilnehmer

Anfangsbedingung (T=1): Endbedingung T=(889):



Neben-Bedingungen: Routen der Zugver- bin- dungen nutzen



Input Tabellen für die Nebenbedingungen (NB)

1. Netto_Demand_Supply (NB): 2. Bahnhofsinformationen (NB):

	stop	Time	net_ds
1	Altenbeken	1440	-1
2	Basel	1440	-6
3	Bayreuth	1440	-4
4	Berlin	1	299
5	Bernau	1440	-1
6	Bielefeld	1440	-2
7	Bingen	1440	-1
8	Bremen	1440	-4
9	Bützow	1440	-1
10	Dortmund	1440	-1
11	Düsseldorf	1440	-17
12	Eberswalde	1440	-3
13	Essen	1440	-6
14	FRA Airport	1440	-20
15	Fulda	1440	-9
16	Göttingen	1440	-3
17	Halle	1440	-6
18	Hamburg	1440	-18

	stop	x	y	MinCap	InitStock	MaxCap	Storage
1	Aachen	188759.5	401534	5	5	161	1
2	Aalen	469494.5	177203	5	9	167	1
3	Altenbeken	392195.6	500349	5	7	162	1
4	Andernach	277664.9	358393	5	5	150	1
5	Angermünde	734695	652621	5	6	154	1
6	Anklam	712357.6	738315	5	8	169	1
7	Ansbach	504181.1	226600	5	7	167	1
8	Augsburg	529094.6	124151	5	8	162	1
9	Aulendorf	436606.4	77738	5	5	162	1
10	Basel	286563.3	44554.6	5	5	155	1
11	Bayreuth	577277.8	300455	5	15	176	1
12	Bebra	451689	415301	5	14	186	1
13	Berlin	695729.5	591622	5	5	160	1
14	Bernau	708695.2	610900	5	5	158	1
15	Biberach	447426.2	93835.7	5	11	170	1
16	Bielefeld	365323.4	532863	5	5	144	1
17	Bingen	315844.5	303718	5	6	161	1
18	Binz	700164.9	802237	5	115	375	1

3. Verbindungsruuten und Routenabschnittsinformationen (NB):

	TrainID	RouteID	stop	TotCostA	DistCostA	StorageCost	BookingCostT	MaxCapT	ShipTimeA	ShipDistA	x	y	arr	dep
3568	g-WI_DD_4	WI_DD	Mainz	11.97	10.88	1.00	0.09	153	4	39.6	340679.02	308432.62	223	225
3569	g-WI_DD_4	WI_DD	FRA Airport	23.53	22.44	1.00	0.09	153	17	168.3	358063.98	314104.61	242	243
3570	g-WI_DD_4	WI_DD	Fulda	45.96	44.87	1.00	0.09	153	68	673.2	442210.15	368277.34	311	312
3571	g-WI_DD_4	WI_DD	Eisenach	38.79	37.70	1.00	0.09	153	48	475.2	484788.99	416190.77	360	362
3572	g-WI_DD_4	WI_DD	Gotha	21.45	20.36	1.00	0.09	153	14	138.6	514224.28	410839.75	376	378
3573	g-WI_DD_4	WI_DD	Erfurt	22.17	21.07	1.00	0.09	153	15	148.5	536981.91	414613.58	393	394
3574	g-WI_DD_4	WI_DD	Weimar	20.71	19.62	1.00	0.09	153	13	128.7	558106.16	415151.27	407	409
3575	g-WI_DD_4	WI_DD	Leipzig	40.33	39.24	1.00	0.09	153	52	514.8	632116.43	455677.09	461	471
3576	g-WI_DD_4	WI_DD	Riesa	30.89	29.80	1.00	0.09	153	30	297.0	693302.76	454349.71	501	503

Mathematische Formulierung des Optimierungsproblems in Gleichungen

- Index Objekte (Dimensionen):
 - STOPS (Bahnhöfe)
 - ARCS(Punkt-zu-Punkt-Zugverbindungen im Raum-Zeit-Netzwerk)
 - TIME (Zeit in Minutenschritten von 0...1440=24*60 Minuten)

*Entscheidungsvariablen (Wieviele Personen fahren entlang welcher Verbindung zu welcher Zeit durch welchen Ort);

var Ship{ARCS} >=0 init 0, Stock{STOPS,TIME}>=0 init 0;

min total_cost = sum{<ORIG, DEST, arr, dep> in ARCS} TotCostA[ORIG, DEST, arr, dep]*Ship[ORIG, DEST, arr, dep]
+SUM{i in STOPS,j in TIME} (stock[i,j]*StorageCosts[i]);

*Nebenbedingung Typ 1: (Erhaltung der SFD Teilnehmer im Raum-Zeit-Netzwerk. Niemand kann verloren gehen!);

constraint MaterialBalance{i in STOPS,j in TIME}: Stock[i,j]=
 (if j >1 then Stock[i,j-1] else InitStocks[i])
 +SUM{<o, d,ar,de> in ARCS: ar = j and i = d} Ship[o, d, ar, de]
 -SUM{<o_, d_,ar_,de_> in ARCS: de_ = j and i = o_} Ship[o_, d_, ar_, de_]
 +net_DS[i,j];

*Nebenbedingung Typ 2: (Die Maximalkapazitäten der Züge dürfen nicht überschritten werden);

constraint CapacityT{<ORIG, DEST, arr, dep> in ARCS}:
 Ship[ORIG, DEST, arr, dep] <= MaxCapT[ORIG, DEST, arr, dep];

*Nebenbedingung Typ 3: (Die Maximalkapazitäten der Bahnhöfe dürfen beim Umsteigen nicht überschritten werden);

constraint CapacityS{i in STOPS,j in TIME}:
 MinCapS[i] <= Stock[i, j] <= MaxCapS[i];

solve;

```

proc optmodel printlevel=2 presolver=none ;
set <string,string, num,num> ARCS;
set<string> STOPS;
set <num> TIME=1..1440;
num MaxCapT{ARCS}, MinCapT{ARCS}=0, TotCostA{ARCS}, ShipDistA{ARCS}, ShipTimeA{ARCS},
    InitStockS{STOPS}, x{STOPS}, y{STOPS}, MaxCapS{STOPS}, MinCapS{STOPS} , StorageCostS{STOPS} , Net_DS{STOPS,TIME};
str TrainID{ARCS}, Route0{ARCS};

read data sfd09.arcs into ARCS = [Orig Dest arr dep] ShipTimeA ShipDistA TotCostA TrainID MaxCapT route0;
read data sfd09.stops into STOPS = [STOPS=stop] InitStockS MaxCapS MinCapS StorageCostS x y;
read data sfd09.net_DS(rename=(stop=STOPS)) into [STOPS TIME] Net_DS;

set <str,num> SPACETIME0= UNION {<ORIG, DEST, arr, dep> in ARCS} { <ORIG,dep-1>, <ORIG,dep> , <ORIG,dep+1>, <DEST,arr-1>};
set <str,num> SPACETIME1=UNION {i in STOPS,j in TIME: net_ds[i,j] ne 0} {<i,j-1>,<i,j>,<i,j+1>} ;
set <str,num> SPACETIME2=SPACETIME0 UNION SPACETIME1;
set <str,num> SPACETIME=<i,j> in SPACETIME2: j le 1440 and j ge 1;;

var Ship{ARCS} >=0 init 0, Stock{STOPS,TIME}>=0 init 0;
min total_cost = sum(<ORIG, DEST, arr, dep> in ARCS) TotCostA[ORIG, DEST, arr, dep]*Ship[ORIG, DEST, arr, dep]
    +SUM(i in STOPS,j in TIME) (stock[i,j]*StorageCostS[i]);

constraint MaterialBalance(i in STOPS,j in TIME): Stock[i,j]=
    (if j >1 then Stock[i,j-1] else InitStockS[i])
    +SUM(<o, d,arr,de> in ARCS: ar = j and i = d) Ship[o, d, ar, de]
    -SUM(<o_, d_,ar_,de_> in ARCS: de_ = j and i = o_) Ship[o_, d_, ar_, de_]
    +net_DS[i,j];
constraint CapacityT(<ORIG, DEST, arr, dep> in ARCS): Ship[ORIG, DEST, arr, dep] <= MaxCapT[ORIG, DEST, arr, dep];
constraint CapacityS(i in STOPS,j in TIME): MinCapS[i] <= Stock[i, j] <= MaxCapS[i];

solve;
num inflow{i in STOPS, j in TIME} = SUM(<o, d ,ar ,de > in ARCS: ar = j and i = d ) Ship[o, d , ar, de ].sol;
num outflow{i in STOPS, j in TIME} = SUM(<o_, d_,ar_,de_> in ARCS: de_ = j and i = o_) Ship[o_, d_, ar_, de_].sol;
set <str,num> SPACETIME6=setof {i in STOPS, j in TIME : inflow[i,j] ne 0 or outflow[i,j] ne 0 or Net_DS[i,j] ne 0 } <i
    union
    setof {i in STOPS, j in TIME : inflow[i,j] ne 0 or outflow[i,j] ne 0 or Net_DS[i,j] ne 0 } <i

create data RESULT_SHIP from [Origin Destination arr dep]=(<ORIG, DEST, arr, dep> in ARCS)
    TrainID[ORIG, DEST, arr, dep]
    Route0[ORIG, DEST, arr, dep]
    Ship[ORIG, DEST, arr, dep]

```


Die Konkreten Gleichungen, werden durch Befüllen der Inputtabellen erstellt:

Bsp. Mannheim zum Zeitpunkt 2

Constraint MaterialBalance[Mannheim,2]: - Stock[Mannheim,1] + Stock[Mannheim,2] = 0

Bsp. Mannheim zum Zeitpunkt x(erste Zugabfahrt nach KL)

Constraint MaterialBalance[Mannheim,39]: Ship[Mannheim,Kaiserslautern,79,39] - Stock[Mannheim,38] + Stock[Mannheim,39] = 0

Bsp. Heidelberg zum Zeitpunkt 1

Constraint MaterialBalance[Heidelberg,1]: Stock[Heidelberg,1] = 0

Bsp. Heidelberg zum Zeitpunkt 2

Constraint MaterialBalance[Heidelberg,1440]: - Stock[Heidelberg,1439] + Stock[Heidelberg,1440] = -38

The OPTMODEL Procedure

Problem Summary

Objective Sense	Minimization
Objective Function	total_cost
Objective Type	Linear
Number of Variables	224630
Bounded Above	0
Bounded Below	224630
Bounded Below and Above	0
Free	0
Fixed	0
Number of Constraints	442070
Linear LE (<=)	7190
Linear EQ (=)	217440
Linear GE (>=)	0
Linear Range	217440

Solver Options

Option	Value	User Specified
SOLVER	DS	
BASIS	SLACK	
FEASTOL	1E-6	
IIS	OFF	
MAXITER	2147483647	
MAXTIME	Infty	
OPTTOL	1E-6	
PRESOLVER	AUTOMATIC	
PRICETYPE	STEEPESTEDGE	
PRINTFREQ	(DEFAULT)	
SCALE	AUTOMATIC	
TIMETYPE	CPU	

Solution Summary

Solver	Dual Simplex
Objective Function	total_cost
Solution Status	Optimal
Objective Value	898435.64396
Iterations	9537
Primal Infeasibility	0
Dual Infeasibility	5.684342E-14
Bound Infeasibility	0

Optimization Statistics

Problem Generation Time	2.78
Code Generation Time	0.00
Presolver Time	2.92
Solver Time	1.52
	Σ = 8 SEK

¼ Mio. Variablen

½ Mio. Nebenbedingungen

Rechenzeit 8 Sek. Auf einem Laptop

Lösung:

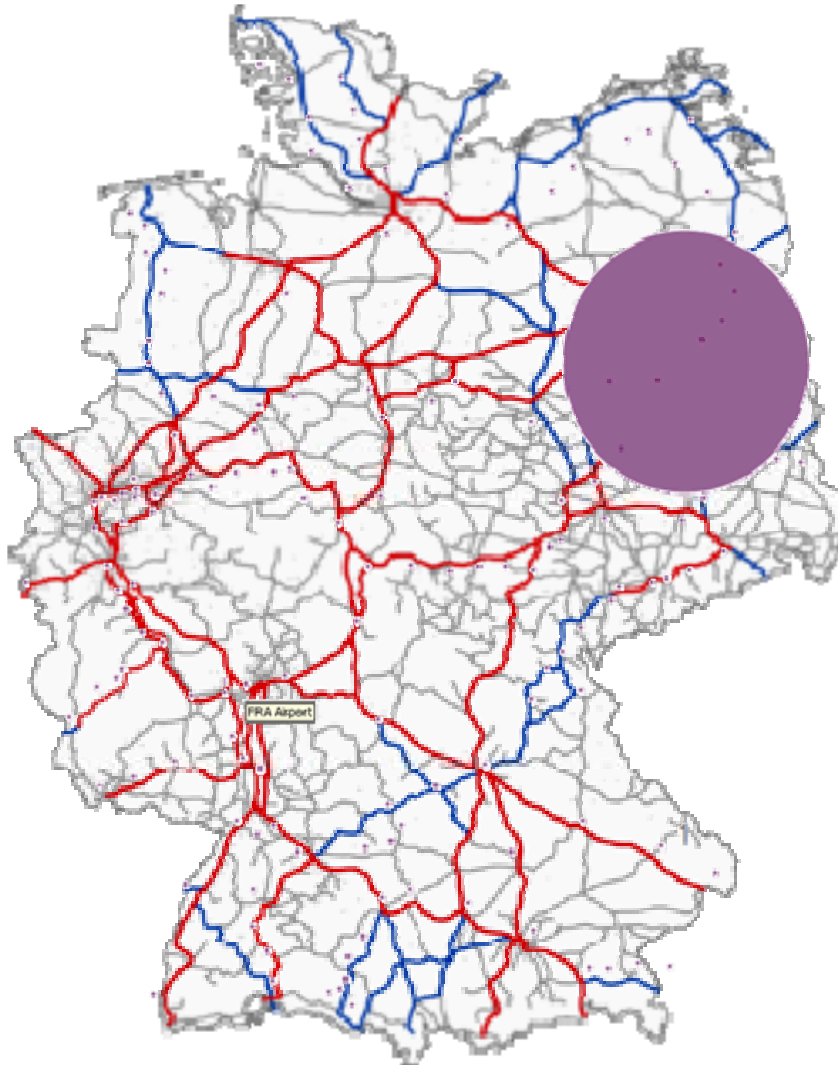
- **Beladungsplan eines jeden genutzten Zuges**

	Origin	Destination	arr	dep	TrainID	Ship	MaxCapT	ShadowPriceCapT
440	Köln	Düsseldorf	1418	1397	g-BS_AM_20	40	236	0
441	Düsseldorf	Duisburg	1430	1420	g-BS_AM_20	2	236	0
442	Duisburg	Oberhausen	1438	1433	g-BS_AM_20	1	236	0
446	Mannheim	FRA Airport	186	154	g-BS_AM_1	100	100	-12.27818509
455	Mannheim	FRA Airport	246	214	g-BS_AM_2	123	123	-2.385719361
464	Mannheim	FRA Airport	306	274	g-BS_AM_3	89	207	0
580	Berlin	Hannover	1167	1070	g-B_BN_18	18	100	0
587	Berlin	Hannover	1227	1130	g-B_BN_19	84	363	0
588	Hannover	Bielefeld	1280	1231	g-B_BN_19	144	363	0
589	Bielefeld	Hamm	1308	1282	g-B_BN_19	138	363	0
590	Hamm	Hagen	1342	1313	g-B_BN_19	129	363	0
591	Hagen	Wuppertal	1358	1344	g-B_BN_19	125	363	0
592	Wuppertal	Köln	1389	1361	g-B_BN_19	121	363	0

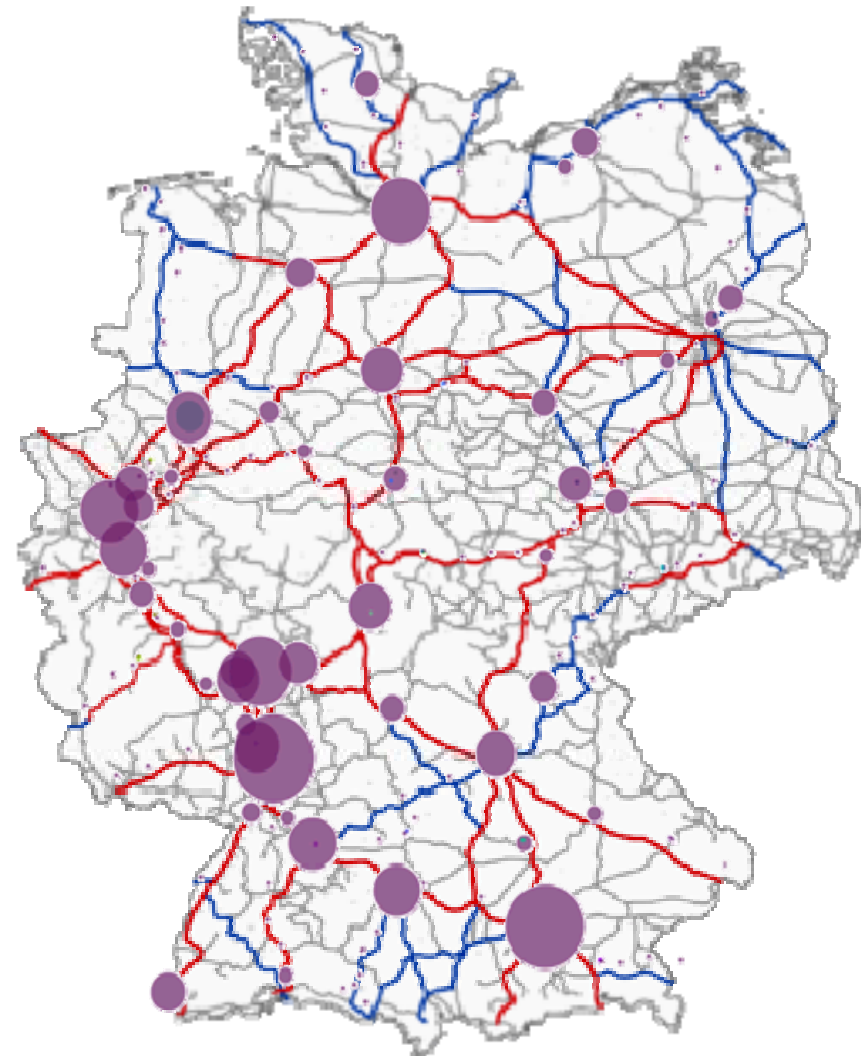
- **Bahnhaltsplan** (Anzahl der Passagiere die zu bestimmten Zeiten ankommen abfahren oder umsteigen)

	STOP	TIME	Stock	inflow	outflow	Net_DS
34	FRA Airport	1329	0	0	5	0
35	Siegburg	1367	5	5	0	0
36	Köln	1397	44	0	40	0
37	Düsseldorf	1418	40	40	0	0
38	Düsseldorf	1420	38	0	2	0
39	Duisburg	1430	2	2	0	0
40	Duisburg	1433	1	0	1	0
41	Oberhausen	1438	1	1	0	0
42	Mannheim	154	534	0	100	0
43	FRA Airport	186	100	100	0	0
44	Karlsruhe	178	7	7	0	0
45	Mannheim	214	100	0	123	0

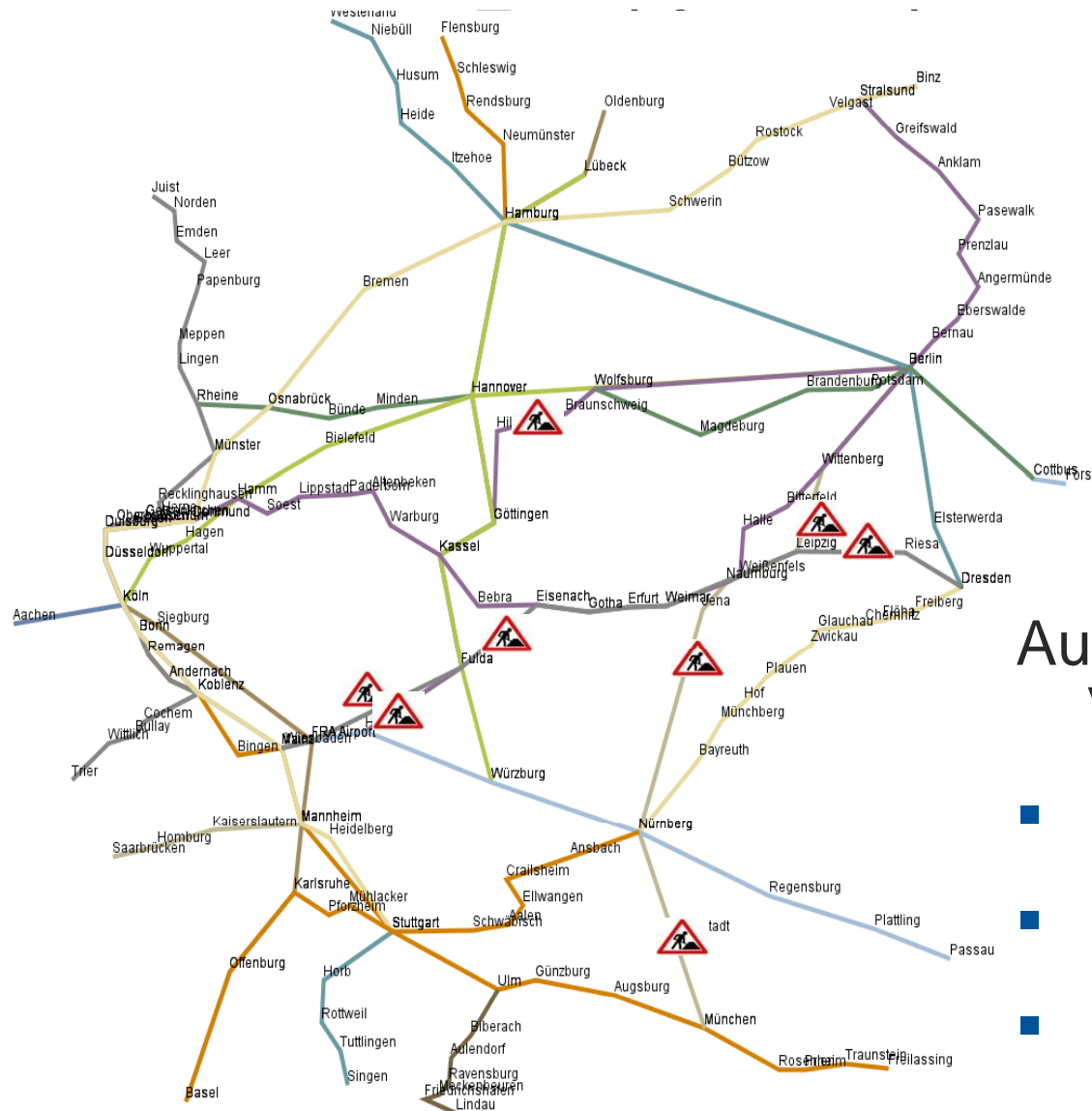
Ausgangssituation



Endsituation



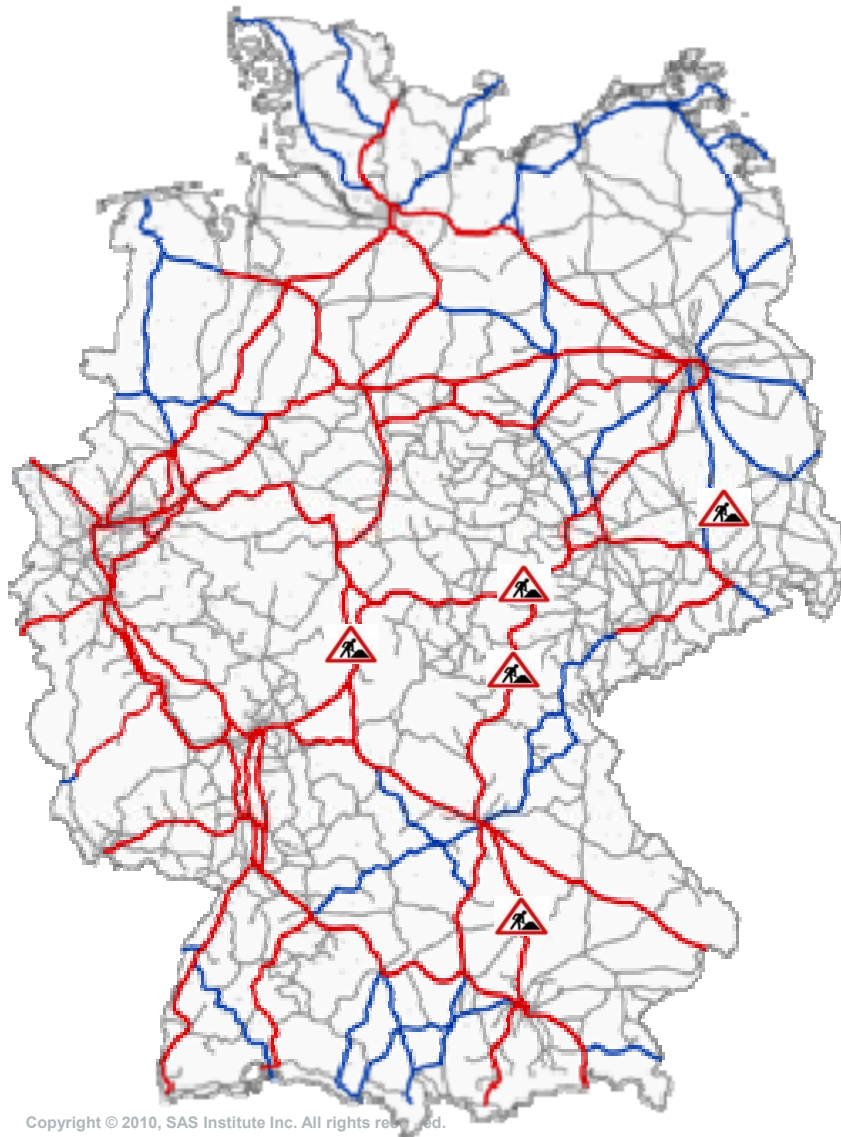
3.Simulation: Was Wäre Wenn



Ausfall aller Züge der Verbindungen:

- Berlin-Nürnberg-München
- Dresden-Wiesbaden
- Berlin-Frankfurt

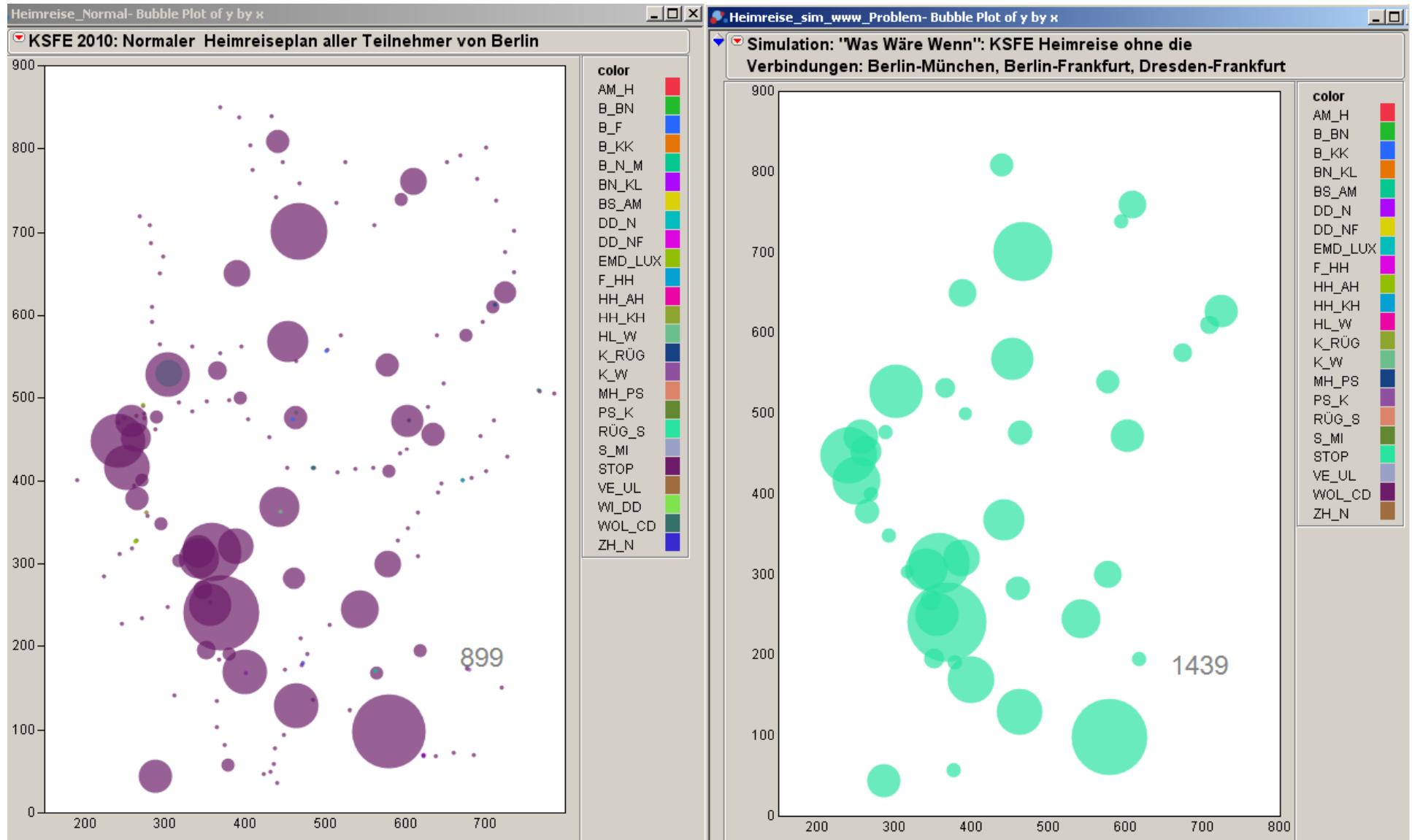
3. Simulation/"Was wäre Wenn"



Copyright © 2010, SAS Institute Inc. All rights reserved.

Szenario	Definition	Dauer (Minuten)
1	Keine Einschränkung	889
2	Ausfall: Berlin-Nürnberg-München	1102
3	Ausfall: Dresden-Wiesbaden	1212
4	Ausfall: Berlin-Nürnberg-München Dresden-Wiesbaden Berlin-Frankfurt	1428

Visualisierung beider Szenarien mit JMP /VDD



Zusammenfassung:

- Prognose – Simulation - Optimierung
 - Spannende Themen
 - mit teilweise große Einsparungspotentialen
 - auch sehr komplexe Fragestellungen lassen sich relativ schnell umsetzen
 - Wichtige Voraussetzungen für Optimierungsprojekte:
 1. Wille etwas zu verändern
 2. Ein Anwenderkreis der der Veränderung gegenüber positiv eingestellt ist
 3. Gesicherte Datenlage
 4. Eine Software Lösung, die DI, Analytics, und BI sinnvoll bündelt und das Knowhow eine Komplexe Fragestellung mathematisch und Modeltechnisch zu formulieren.