LVB / Stadt Leipzig

Infrastrukturentwicklung Netzkern

Anforderungen an die Entwicklung des Straßenbahnsystems im Netzkern im Zusammenhang mit dem Verkehrskonzept erweiterte Innenstadt und dem EU-Projekt DEMO-EC

S t a d t B a h n G e s t a l t u n g
Dipl. Ing. Stephan Besier

Goetzstraße 2 - DE-04177 Leipzig

S t a d t B a h n G e s t a l t u n g

Wer ich bin und was ich mache…

Stephan Besier (1974)
Dipl. Ing. Raum- und Umweltplanung
Studium in Kaiserslautern und Glasgow

- Berater für integrierte Stadt- und Verkehrsplanung mit Sitz in Leipzig
- interdisziplinärer Ansatz für Infrastrukturgestaltung von Tram > technisches und gestalterisches Know-How
- Mitglied in Expertengruppen für Richtlinien in der öV-Planung in Deutschland (FGSV, VDV) und Schweiz (VSS)
- Forschung und Veröffentlichungen in Bezug auf Infrastrukturgestaltung und öV-Planung
- Projekte in Chemnitz, Köln, Dresden, Heidelberg, Leipzig, München, Würzburg, Wiesbaden und Südtirol. Weltweite Vorträge und Workshops.

Bedeutung von Gestalt und Design

Oberziel: Attraktive und lebenswerte Stadtlandschaften

Die Stadtbahn - *die* Chance für eine lebenswerte Stadt

„Der Umfang der notwendigen Maßnahmen um eine Stadtbahn zu bauen ist eine einmalige Gelegenheit eine Stadt zu gestalten von der wir alle träumen: Eine weniger hektische, ruhigere Stadt mit Plätzen die offen für alle sind, wo jeder stehen und schauen kann.“

Alfred Peter, Landschaftsarchitekt der Stadtbahn in Strasbourg

Das Projekt

1

Inhalte und Arbeitsschwerpunkte

Baustein A: Analyse und Handlungsansätze

- A1: Analyse Ist-Zustand / Untersuchungsbereich
- A2: Prognose Nachfrageentwicklung
- A3: Übertragung Nachfrageentwicklung auf das öV-System
- A4: Optimierungspotenziale Stadtbahn Oberfläche
- A5: Empfehlung Handlungsansätze

Baustein B: Infrastrukturausbau Netzkern

- B1: Übertragung Analyse auf Netzkern
- B2: Ableitung Erfordernisse ÖV-Infrastruktur
- B3: Hinweise zur städtebaulichen Integration
- B4: Darstellung Infrastrukturausbau Promenadenring
- B5: Infrastrukturausbau auf Zulaufstrecken

Inhalte und Arbeitsschwerpunkte

A1 bis A3: Grundlagen, Analysen und Prognosen

- Datengrundlagen… (überwiegend erstellt)

A4: Optimierungspotenziale Stadtbahnsystem an der Oberfläche

- Es können insbesondere folgende Ansätze in Betracht gezogen werden:
- Ausschöpfung Reserven auf bestehender Infrastruktur (auch Verkehrsmanagement)
- Erhöhung Fahrzeugkapazitäten (breitere und/oder längere Zuggarnituren)
- Leistungssteigerung Nordring / Hauptbahnhof
- Leistungssteigerung Süd-Ost-Ring / W.-Leuschnerplatz – Augustusplatz
- Neue Innenstadtquerung Nord-Süd-Verkehr
- Entlastung Netzkern durch Aufbau Ring/Tangenten-System
- Konventioneller Stadtbahnausbau zur Steigerung Betriebsqualität auf Hauptachsen
- Niveaufreie Entflechtungen an Konfliktpunkten (Stadt- und Straßenbahn - Autoverkehr)
- Unkonventionelle Ausbauelemente für die Stadt- und Straßenbahn
- Weitere Ansätze können sich in der Abstimmung ergeben.

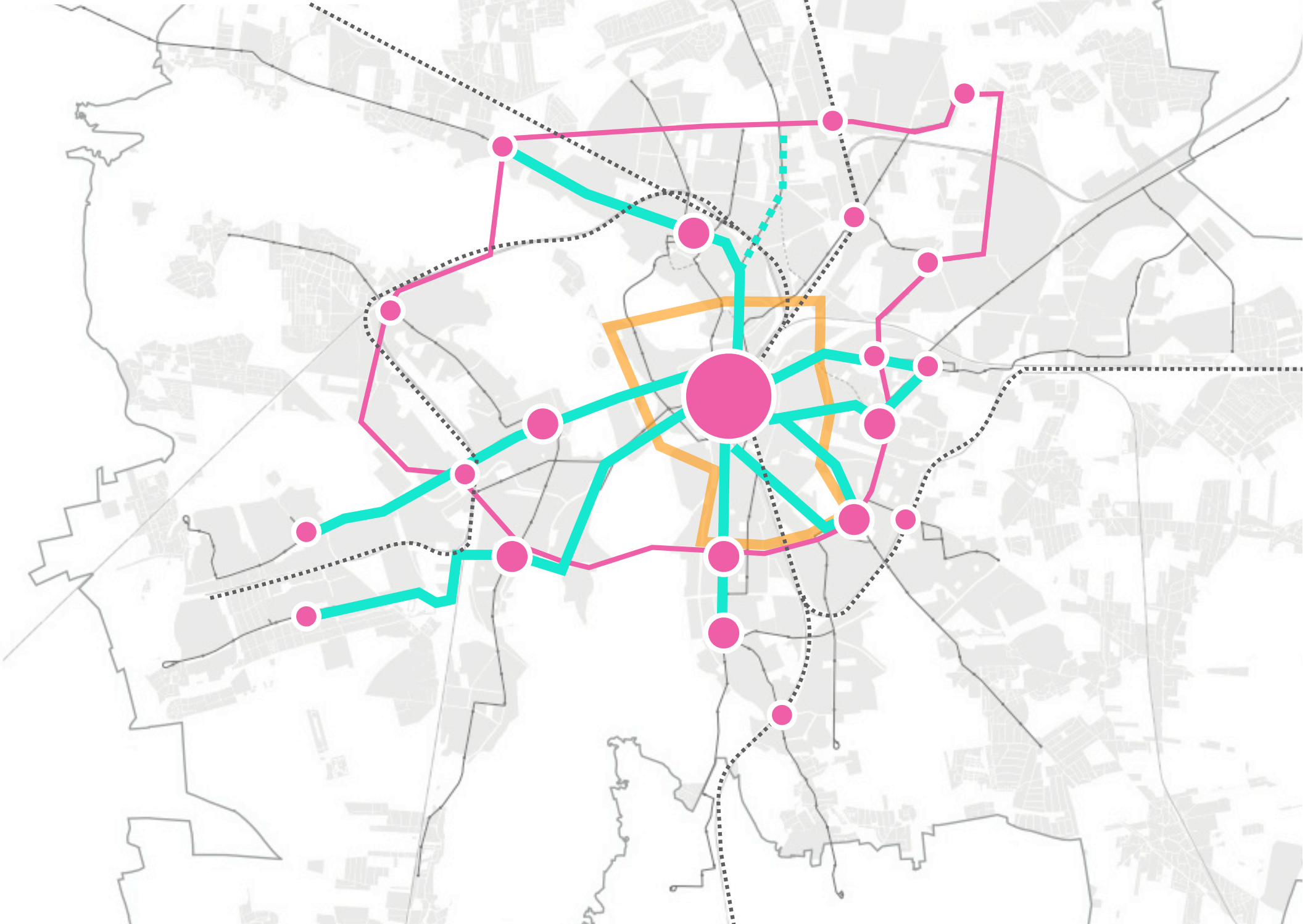
A5: Handlungsansätze

- Leistungssteigerung im Netzkern - Infrastrukturausbau /Verkehrsmanagement
- Netzentflechtung und Entlastung des Netzkerns - Aufbau Tangentialsystem

Ausgangslage und Herausforderungen

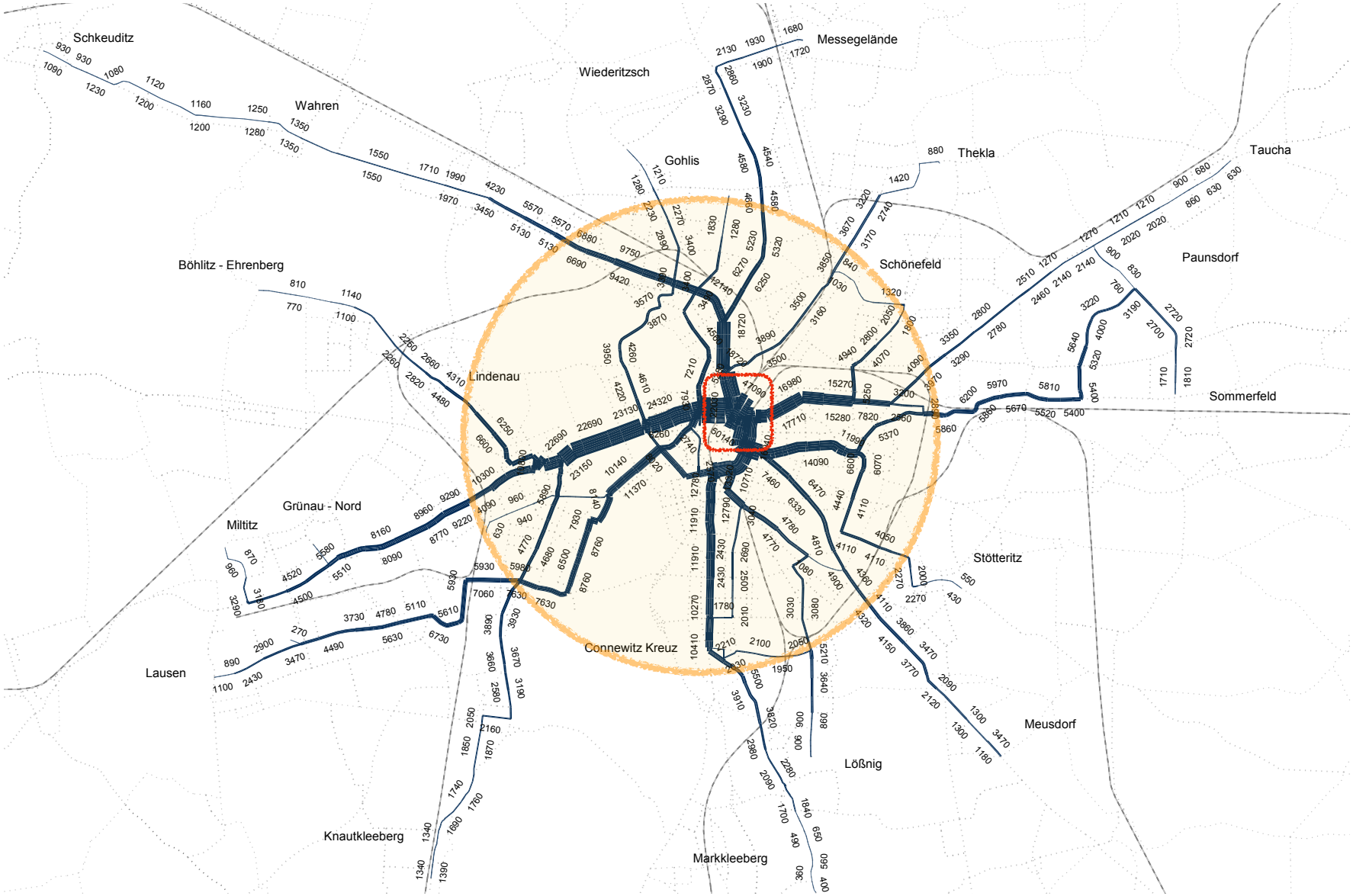
2

Netzstruktur



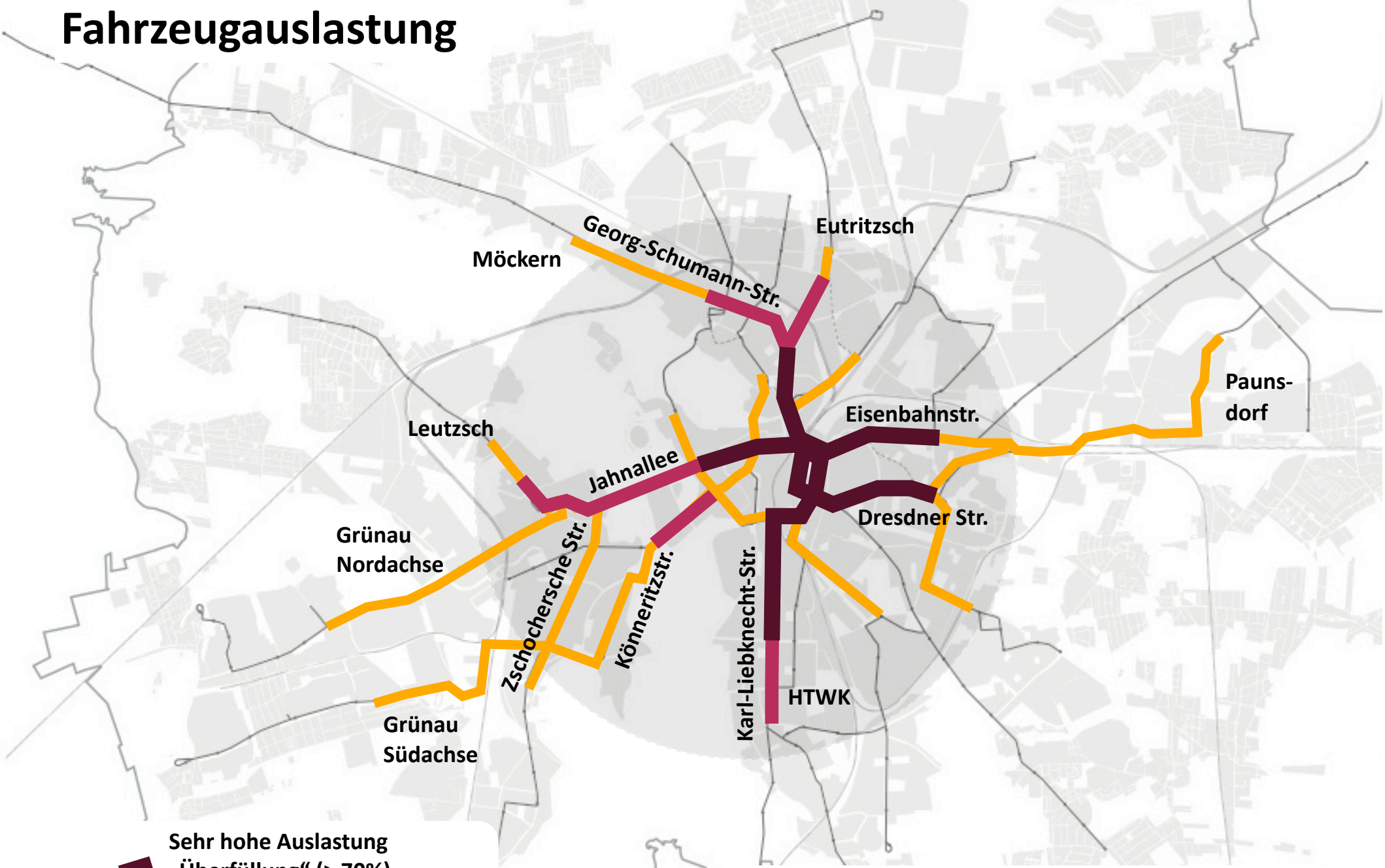
Nachfrage Tram

Fahrgäste pro Werktag Montag bis Freitag (MF)



Zählzeitraum Januar bis März 2018

Fahrzeugauslastung



Sehr hohe Auslastung „Überfüllung“ (> 70%)

Hohe Auslastung (> 60%)

Auslastung (> 45%)

- Sehr hohe Auslastungen auf allen Zulaufstrecken (besondere Problematik durch zu kleine Fahrzeuge (NG
- Knotenhaltestellen können in HVZ kaum weitere Fahrgä aufnehmen (Bahnsteigbreite, Zu- und Abgänge)

Streckenbelegung

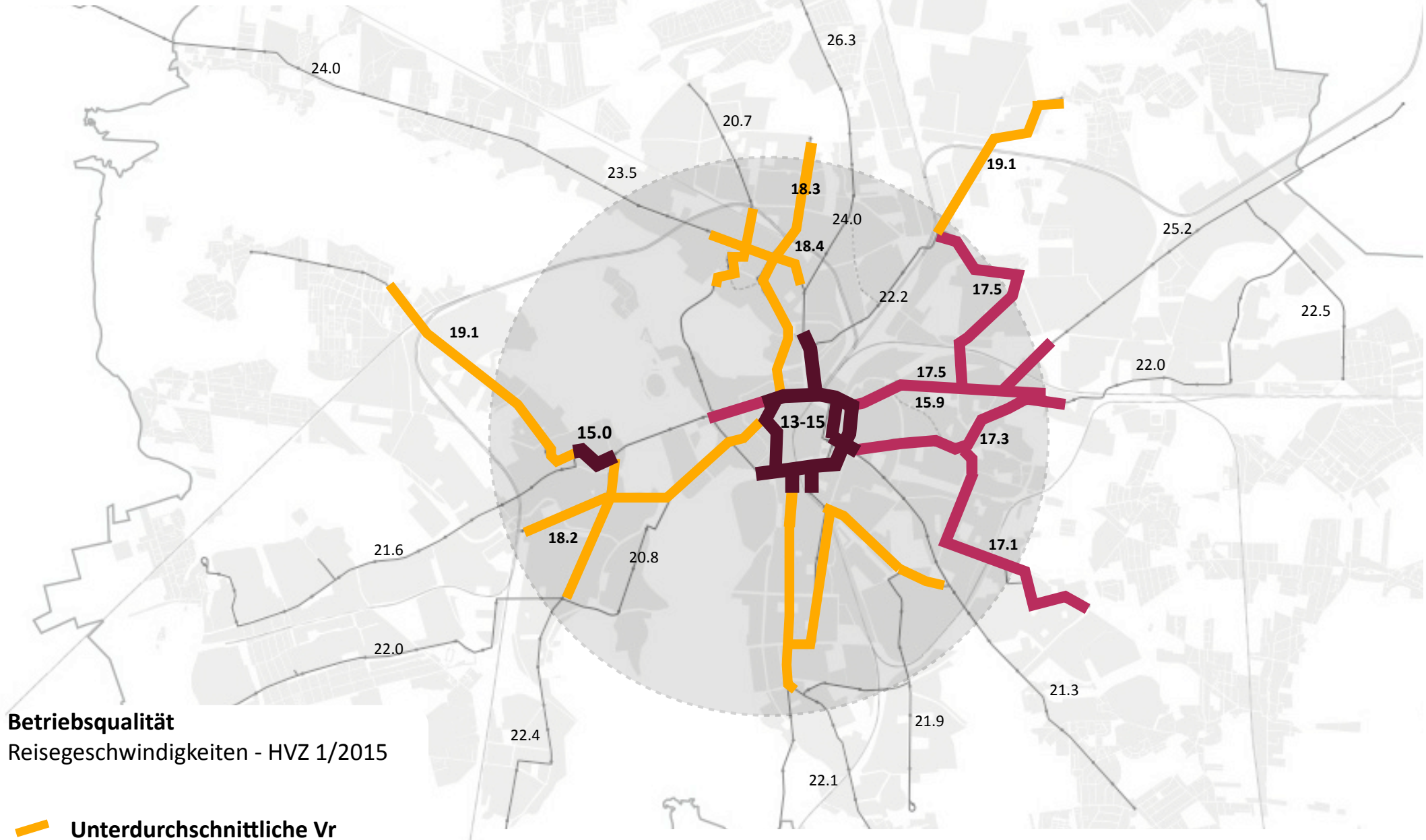
Kapazitätsgrenze erreicht

geringe Kapazitätsreserven

anspruchsvolle Belegung absehbar

- Vollständige Netzfokussierung auf Promenadenring
- Promenadenring und Ringhaltestellen sowie einige Zulaufstrecken mit „kritischer Belegung“
- Hauptbahnhof und W.-Leuschner-Platz verhindern ausreichende zusätzliche Linien (Sperr-Riegel)

Reisegeschwindigkeit

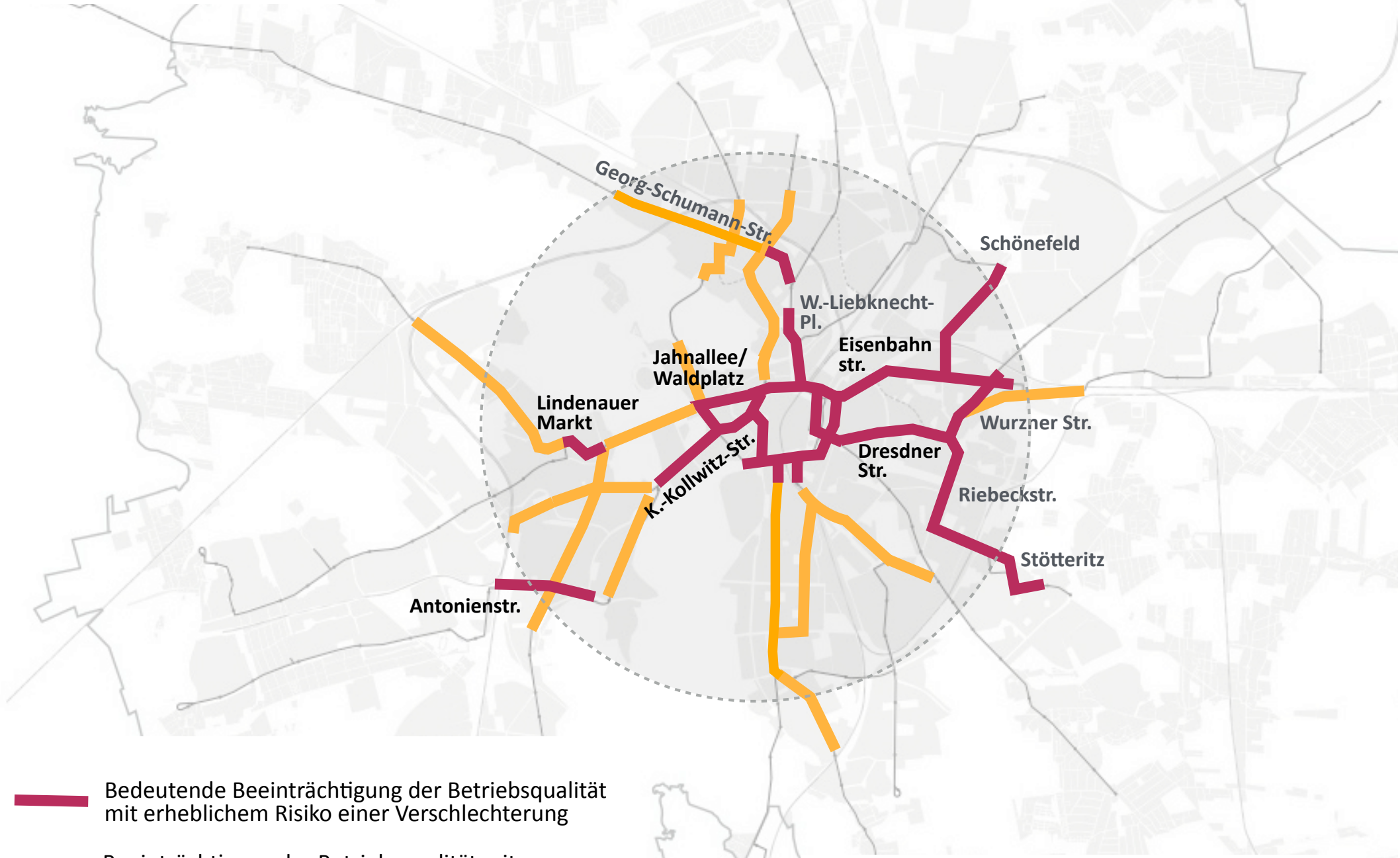


Betriebsqualität
Reisegeschwindigkeiten - HVZ 1/2015

- **Unterdurchschnittliche Vr**
- **Niedrige Reisegeschwindigkeit**
- **Sehr niedrige Reisegeschwindigkeit**

- unterdurchschnittliche Reisegeschwindigkeiten fokussiert auf Mischverkehrs-strecken und stark belastete Streckenabschnitte bzw. starke Fahrgastwechsel
- Promenadenring wegen Knotendichte, LSA-Umlaufzeiten und Fahrgastwechsel
- (punktuell Bahnkörperstrecken mit hoher LSA-Dichte)

Betriebsqualität



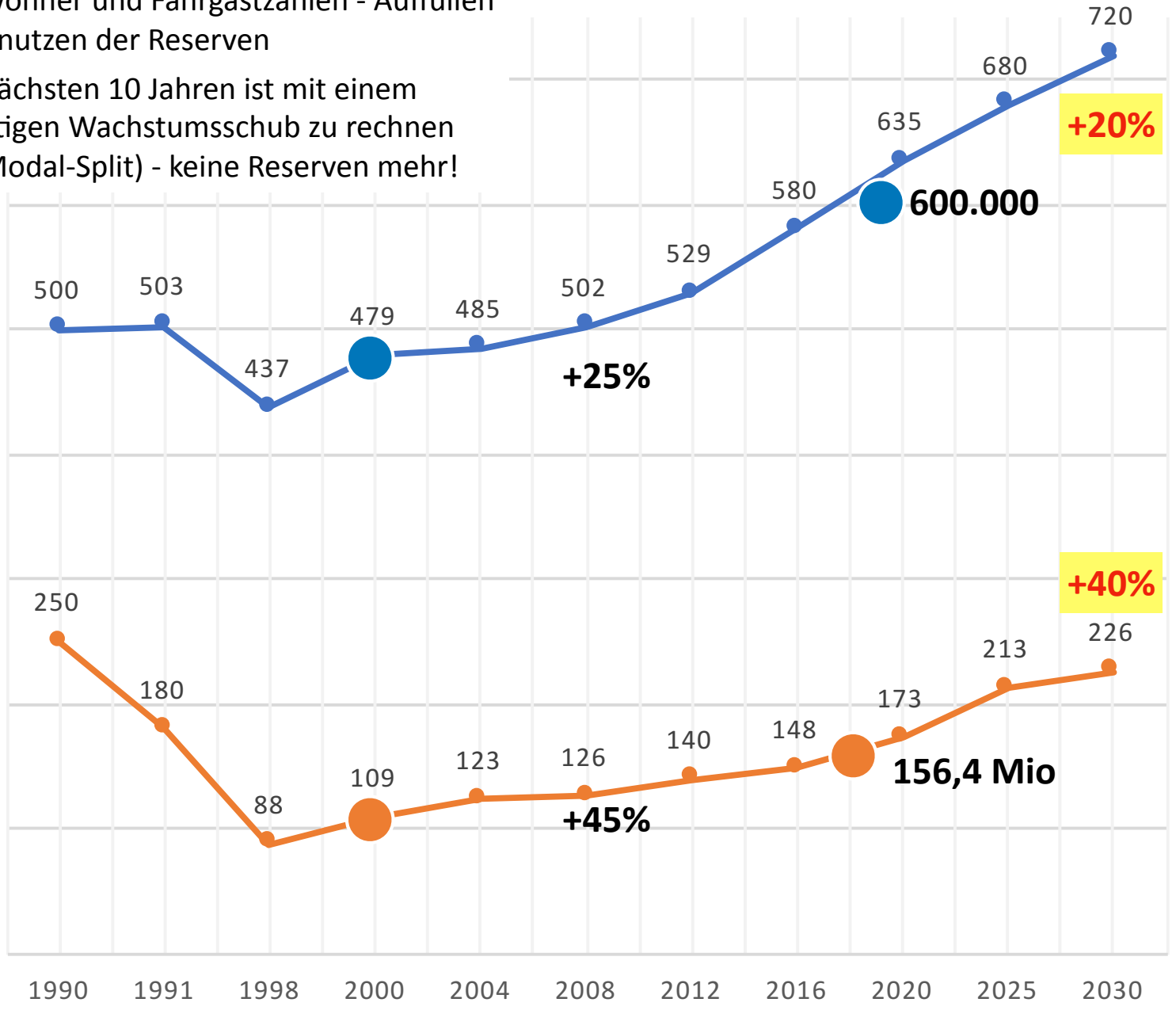
Bedeutende Beeinträchtigung der Betriebsqualität mit erheblichem Risiko einer Verschlechterung

Beeinträchtigung der Betriebsqualität mit Risiko einer Verschlechterung

- Starke Risiken für die Attraktivität und Angebotsqualität (Reisezeit, Pünktlichkeit und Kapazität) auf allen Strecken im inneren Netz

Anhaltendes Wachstum

- In den letzten 20 Jahren starkes Wachstum der Einwohner und Fahrgastzahlen - Auffüllen und Ausnutzen der Reserven
- In den nächsten 10 Jahren ist mit einem gleichartigen Wachstumsschub zu rechnen (EWO, Modal-Split) - keine Reserven mehr!



- **Ab ca. 200 Mio FG ist das bestehende Netz nicht mehr ausreichend leistungsfähig. Was dann?**

Nachfrage-prognose

3

Prognose der Querschnittsbelegungen laut IVML Dateninput

Querschnittsbelegungen am Maximalquerschnitt in der Spitzenstunde
Quelle: Visum IVML Prognose 2030 Nullfall

Linie	Abschnitt	Querschnitt	Tages-belegung Prognose 2030	Spitzenstun-denanteil	Belegung pro Richtung Spitzenstunde Prog. 2030	Belegung pro Richtung Spitzenstunde Korrektur
1	West	Westplatz - Gottschedstraße	13.530	10%	677	777
1	Ost	Hofmeisterstraße - Hauptbahnhof	14.500	10%	725	825
2	West	Westplatz - Neues Rathaus	8.400	12%	504	404
2	Ost	Johannisallee - Bayerischer Bahnhof	7.130	12%	428	428
3	West	Felsenkeller - Angerbrücke	17.420	10%	871	871
3	Ost	Hofmeisterstraße - Hauptbahnhof	18.140	10%	907	807
4	West	Feuerbachstraße - Waldplatz	8.300	10%	415	415
4/4E	Ost	Gerichtsweg - Johannisplatz	14.690	10%	735	735
7	West	Georg-Schwarz-/Merseburger Str. - Lindenauer Markt	20.590	10%	1.030	1.030
7	Ost	Gerichtsweg - Johannisplatz	14.970	10%	749	749
8	West	Lützner/Merseburger Str. - Lindenauer Markt	9.570	12%	574	574
8	Ost	Hofmeisterstraße - Hauptbahnhof	8.700	12%	522	522
9	Nord	Apelstraße - W.-Liebknecht-Platz	11.260	10%	563	563
9	Süd	Körnerstraße - Bayerischer Bahnhof	11.830	10%	592	592
10	Nord	Georg-Schumann-/Lützowstr. - Chausseehaus	17.150	10%	858	658
10	Süd	Münzgasse - W.-Leuschner-Platz	10.350	10%	518	518
11	Nord	Georg-Schumann-/Lützowstr. - Chausseehaus	16.490	10%	825	1.025
11	Süd	Münzgasse - W.-Leuschner-Platz	14.140	10%	707	707
12	Nord	Lortzingstraße - Goerdelerring	10.090	10%	505	505
12	Süd	Johannisplatz - Gutenbergplatz	1.480	50%	370	370
14		Marschnerstraße - Westplatz	6.500	10%	325	325
15	West	Lützner/Merseburger Str. - Lindenauer Markt	14.870	10%	744	744
15	Ost	Johannisplatz - Gutenbergplatz	13.430	10%	672	672
16	Nord	Wilhelminenstr. - Chausseehaus	17.610	10%	881	881
16	Süd	Johannisallee - Bayerischer Bahnhof	12.010	10%	601	601
Summe					**16.292**	**16.292**

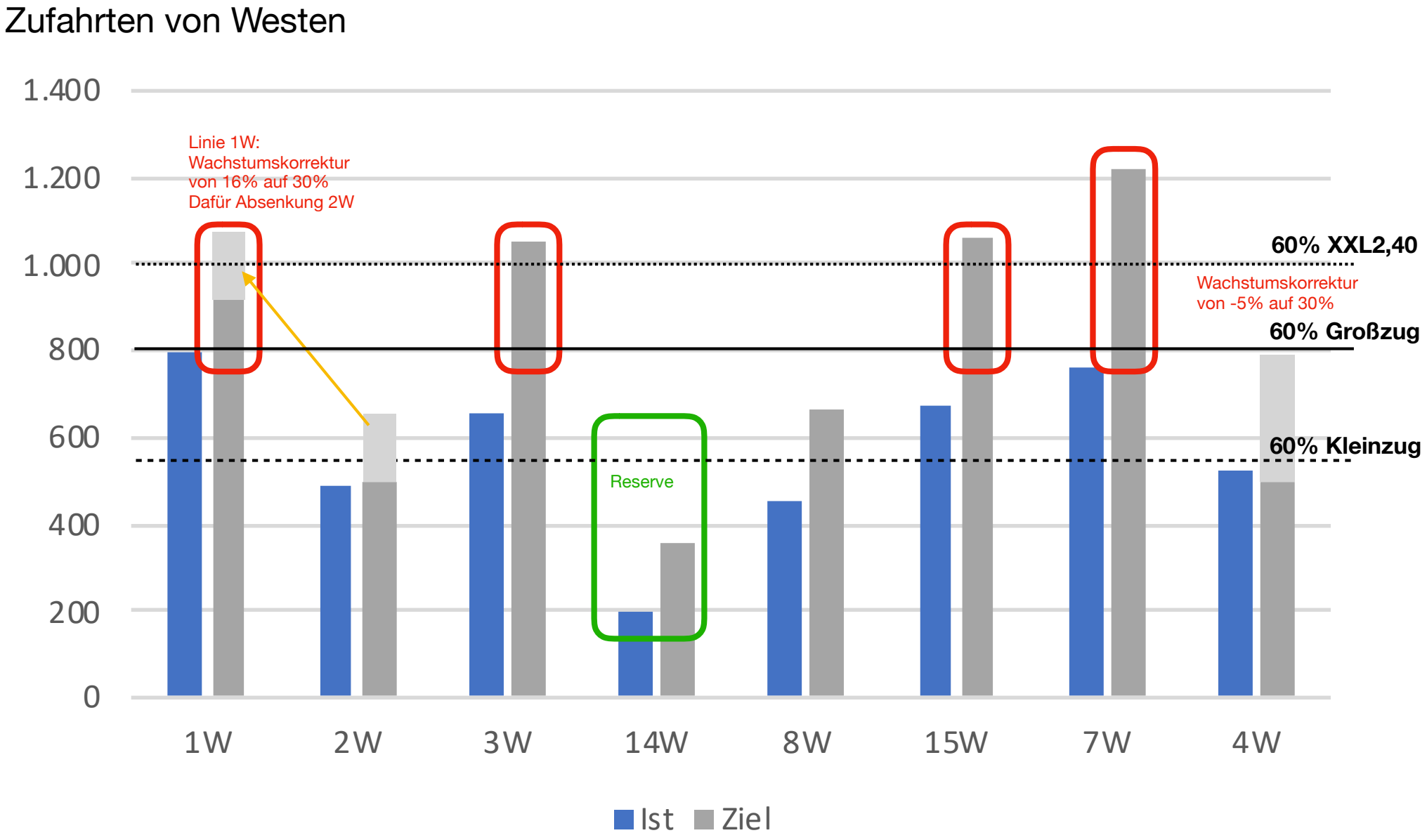
Prognose der Querschnittsbelegungen laut IVML Auswertung

Querschnittsbelegungen am Maximalquerschnitt in der Spitzenstunde
Quelle: LVB / Visum IVML Prognose 2030

			2014	Analyse 2018 Messung			ZIELFALL IVML (MS 22%)						
Linie		Querschnitt		**Lastrichtung Sp-h Analyse 2018**	Auslastung GZE	*Auslastung Real*	Tages-belegung Prognose 2030	Spitzenstun-denanteil	Belegung pro Richtung Spitzenstunde Prog. 2030	**Belegung pro Richtung Spitzenstunde Korrektur**		Auslastung GZ	Auslastung X2,4
1	**West**	Westplatz - Gottschedstraße	645	**796**	60%	60%	16.470	10%	824	**924**	16%	70%	58%
	Ost	Hofmeisterstraße - Hauptbahnhof	593	**510**	39%	39%	17.270	10%	864	**964**	89%	73%	61%
2	**West**	Westplatz - Neues Rathaus	322	**489**	37%	54%	9.930	12%	596	**496**	1%	38%	31%
	Ost	Johannisallee - Bayerischer Bahnhof	223	**318**	24%	35%	8.530	12%	512	**512**	61%	39%	32%
3	**West**	Felsenkeller - Angerbrücke	585	**658**	50%	50%	20.960	10%	1.048	**1.048**	59%	79%	66%
	Ost	Hofmeisterstraße - Hauptbahnhof	589	**522**	40%	40%	21.490	10%	1.075	**975**	87%	74%	61%
4	**West**	Feuerbachstraße - Waldplatz	433	**527**	40%	40%	9.970	10%	499	**499**	-5%	38%	31%
4/4E	**Ost**	Gerichtsweg - Johannisplatz	577	**928**	42%	42%	17.690	10%	885	**885**	-5%	67%	36%
7	**West**	Georg-Schwarz-/Merseburger Str. - Lindenauer Markt	715	**762**	58%	58%	24.380	10%	1.219	**1.219**	60%	92%	77%
	Ost	Gerichtsweg - Johannisplatz	701	**645**	49%	49%	17.660	10%	883	**883**	37%	67%	56%
8	**West**	Lützner/Merseburger Str. - Lindenauer Markt	346	**455**	34%	51%	11.140	12%	668	**668**	47%	51%	42%
	Ost	Hofmeisterstraße - Hauptbahnhof	440	**422**	32%	47%	9.960	12%	598	**598**	42%	45%	38%
9	**Nord**	Apelstraße - W.-Liebknecht-Platz	379	**419**	32%	47%	13.660	10%	683	**683**	63%	52%	43%
	Süd	Körnerstraße - Bayerischer Bahnhof	356	**331**	25%	37%	13.990	10%	700	**700**	111%	53%	44%
10	**Nord**	Georg-Schumann-/Lützowstr. - Chausseehaus	515	**484**	37%	54%	21.460	10%	1.073	**873**	80%	66%	55%
	Süd	Münzgasse - W.-Leuschner-Platz	494	**397**	30%	44%	12.330	10%	617	**617**	55%	47%	39%
11	**Nord**	Georg-Schumann-/Lützowstr. - Chausseehaus	530	**835**	63%	58%	20.540	10%	1.027	**1.227**	47%	93%	77%
	Süd	Münzgasse - W.-Leuschner-Platz	517	**590**	45%	41%	16.860	10%	843	**843**	43%	64%	53%
12	**Nord**	Lortzingstraße - Goerdelerring	401	**497**	38%	55%	11.960	10%	598	**598**	20%	45%	38%
	Süd	Johannisplatz - Gutenbergplatz	0	**308**	23%	34%	1.790	50%	448	**448**	45%	34%	28%
14		Marschnerstraße - Westplatz	202		0%	0%	7.130	10%	357	**357**	76%	27%	22%
15	**West**	Lützner/Merseburger Str. - Lindenauer Markt	683	**677**	51%	47%	17.790	10%	890	**890**	31%	67%	56%
	Ost	Johannisplatz - Gutenbergplatz	617	**649**	49%	45%	16.630	10%	832	**832**	28%	63%	52%
16	**Nord**	Wilhelminenstr. - Chausseehaus	678	**856**	65%	59%	21.160	10%	1.058	**1.058**	24%	80%	67%
	Süd	Johannisallee - Bayerischer Bahnhof	591	**558**	42%	39%	14.150	10%	708	**708**	27%	54%	44%
Summe			12.132	13.633	**100%**					19.499	**143%**		
Beförderungsfälle Jahr (in Mio.)				**155**	100%					**222**	43%		
radiale Abschnitte mit Handlungsbedarf					**2 bis 8**							**6 bis 13**	
Bedarf Decklinien auf radialen Abschnitten					**1W, 16N**							**1, 3, 7W, 11N, 16N**	
Linien mit problematischer Betriebsqualität					7W, 11N								

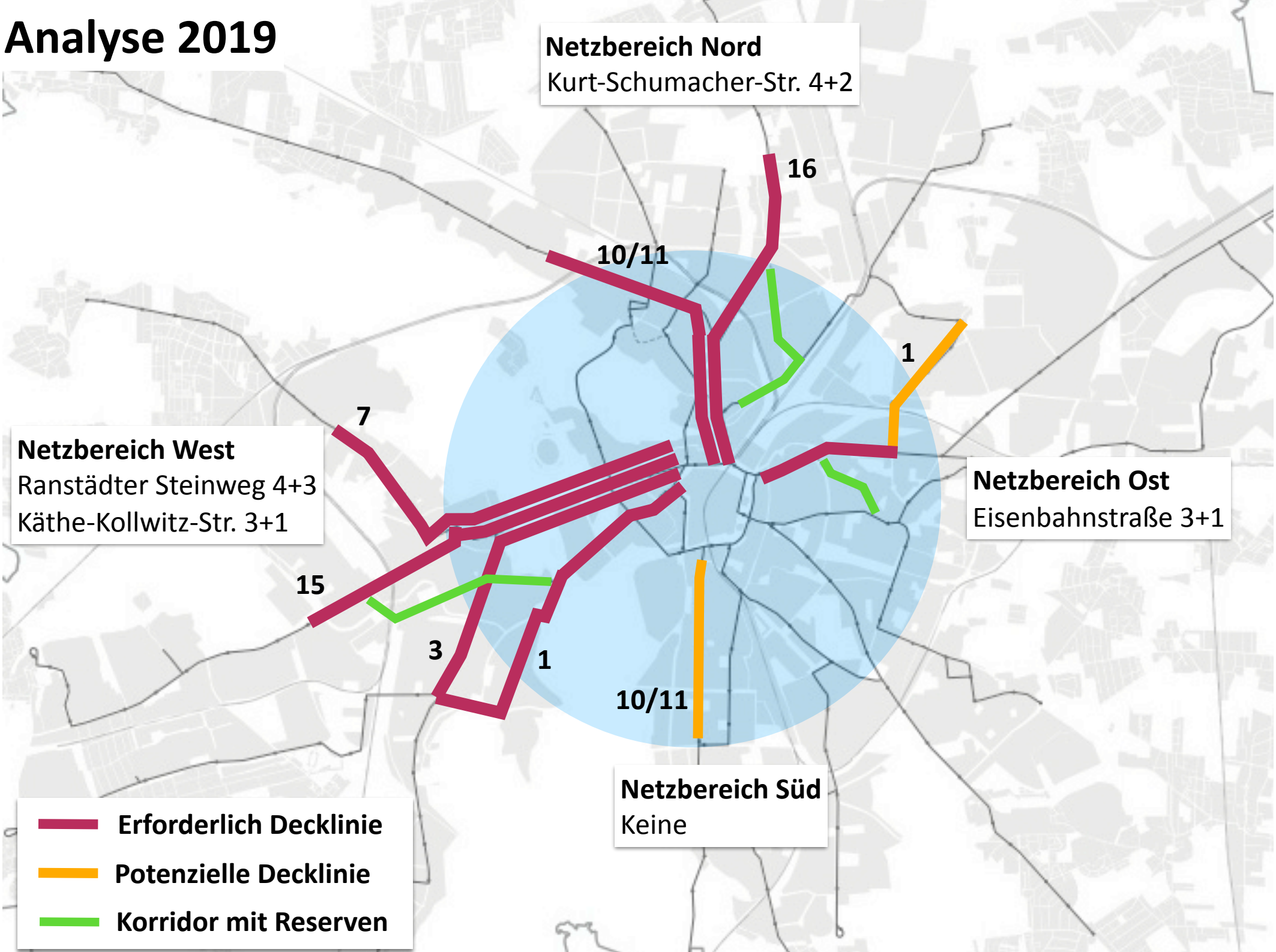
Handlungsbedarf Zielfall stark ausgeprägt - je nach Qualitätsziel 6 bis 13 Äste mit Decklinien bzw. größere Fahrzeuge
ACHTUNG: Einzelne Äste haben dabei stark unterdurchschnittliches Wachstum: 1W/2W und 4

Prognose der Querschnittsbelegungen laut IVML



VIER Decklinien für 1W, 3W, 7W und 15W erforderlich
Auch bei durchschnittlichen Wachstum auf Linie 4W voraussichtlich keine Decklinie erforderlich
> Belastung Jahnallee steigt von 4 auf 7 Linien !!!
> Belastung Käthe-Kollwitz-Straße steigt von 3 auf 4 Linien

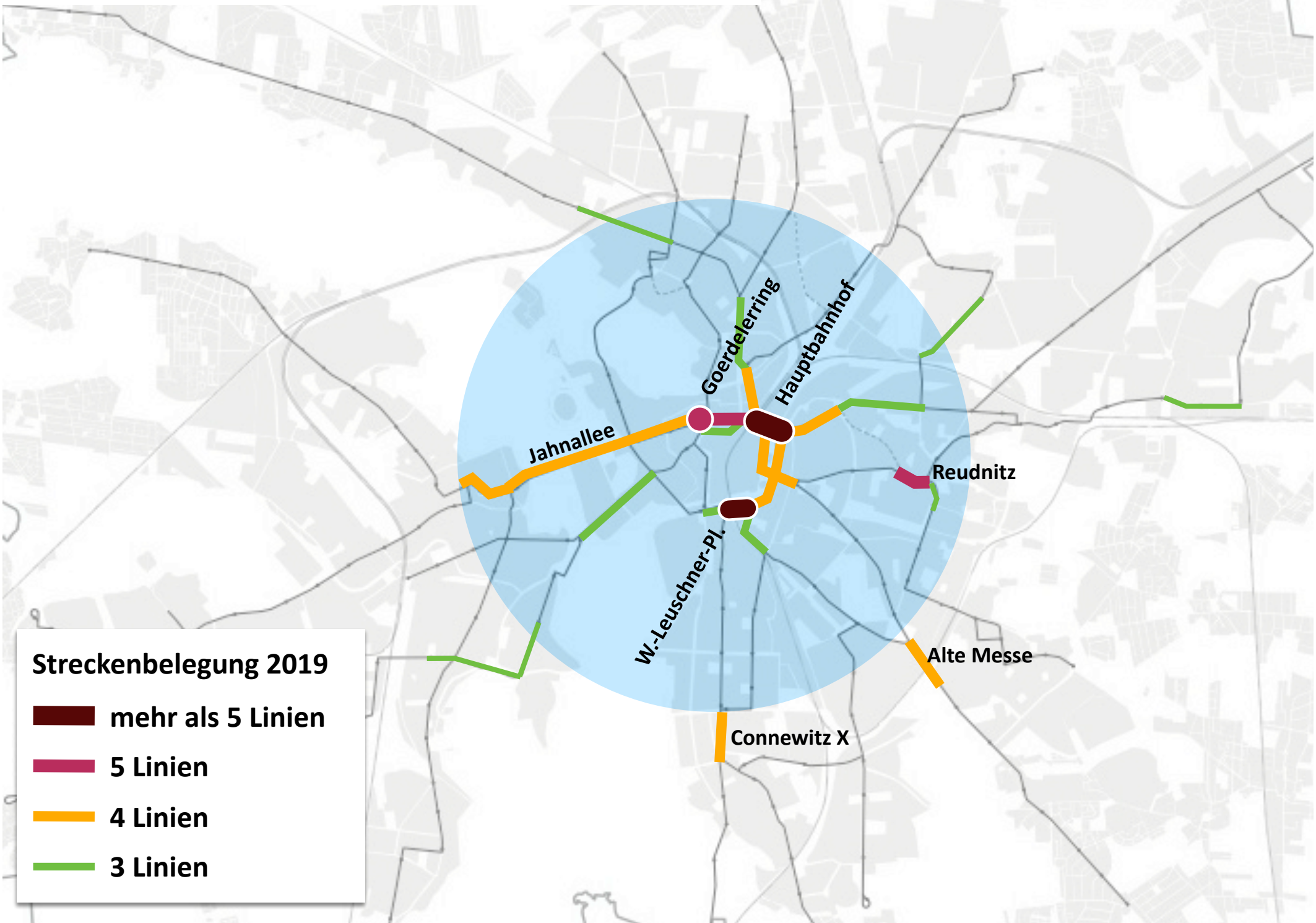
Analyse 2019



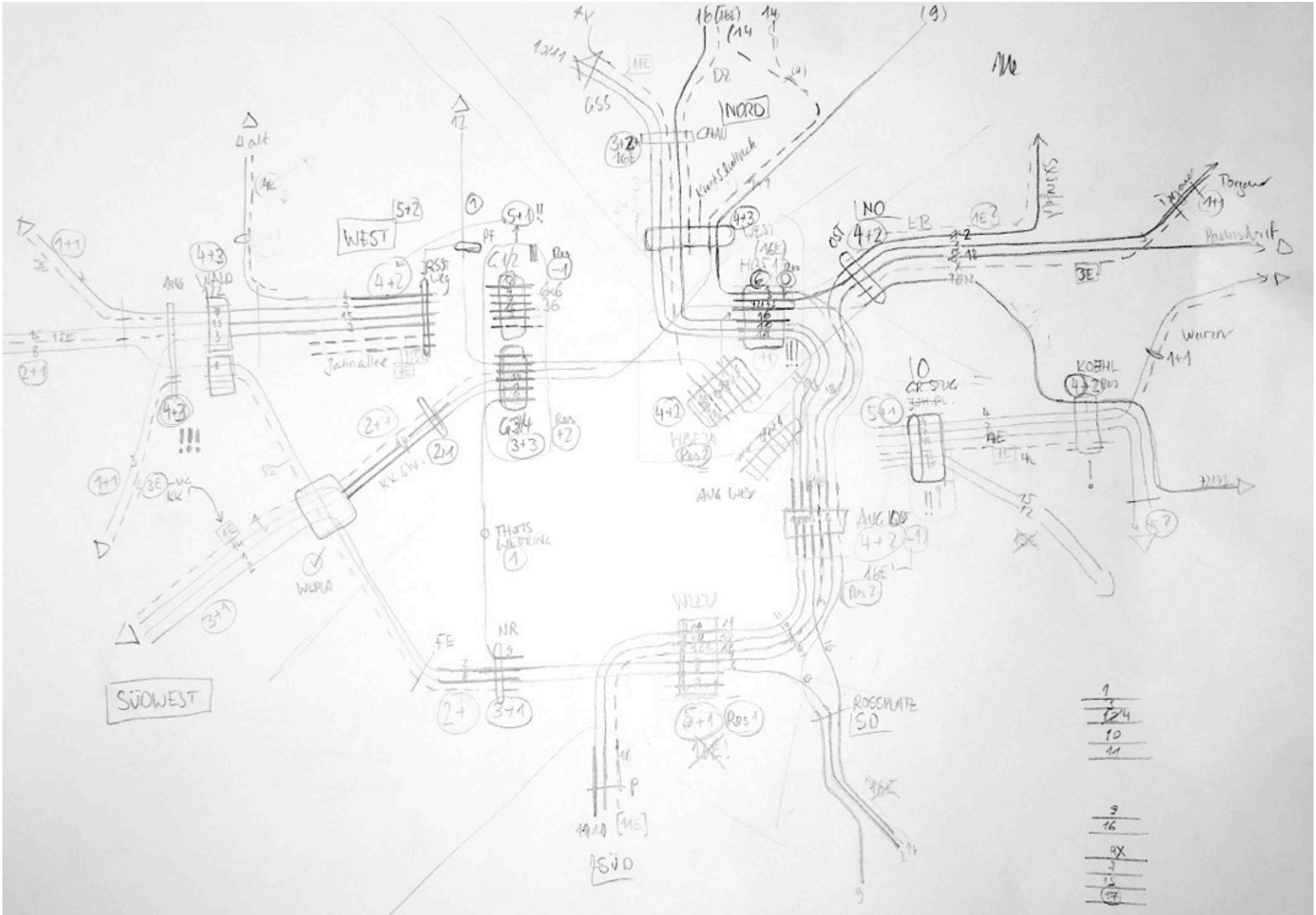
Handlungs-möglichkeiten

4

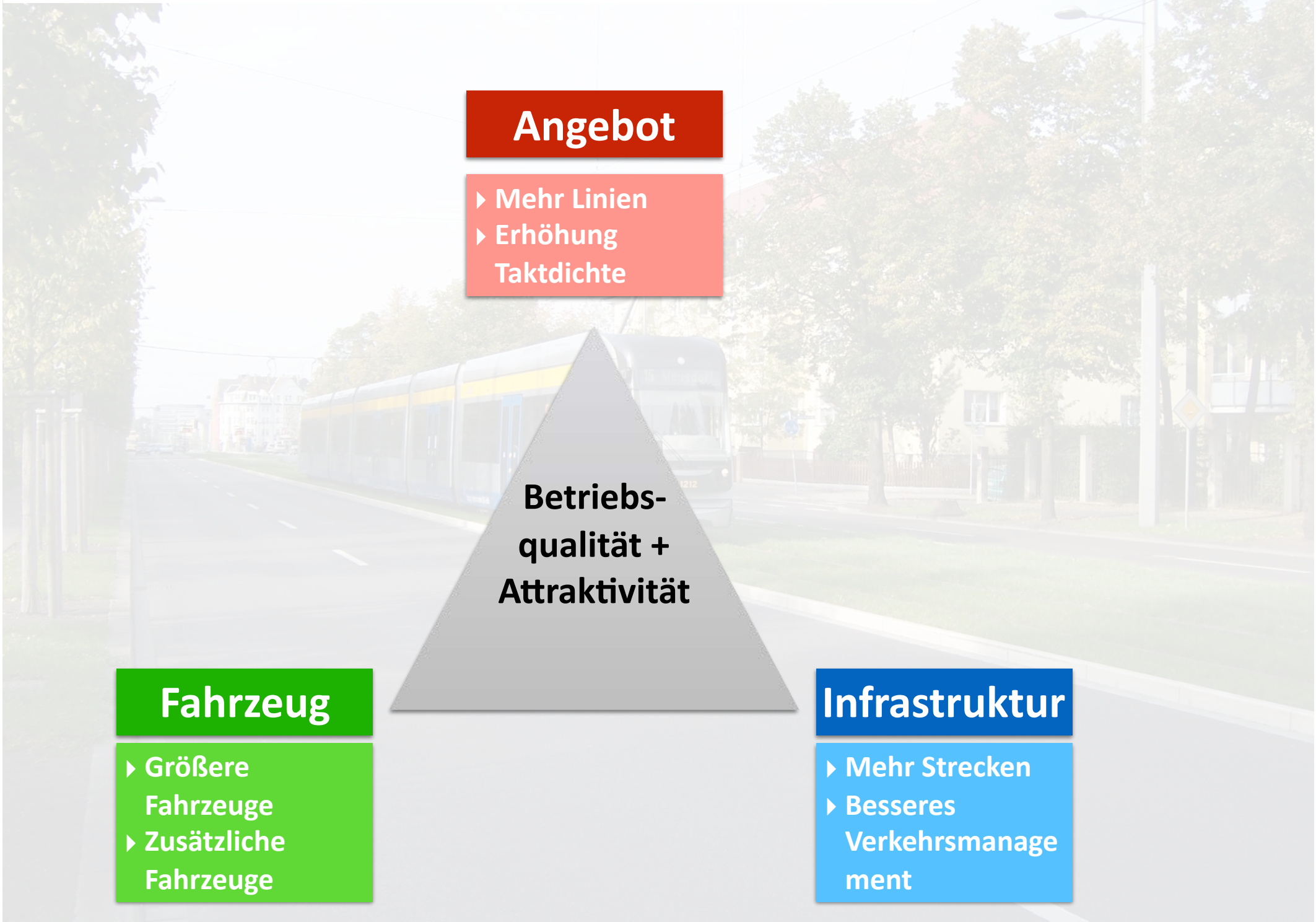
Streckenbelegung



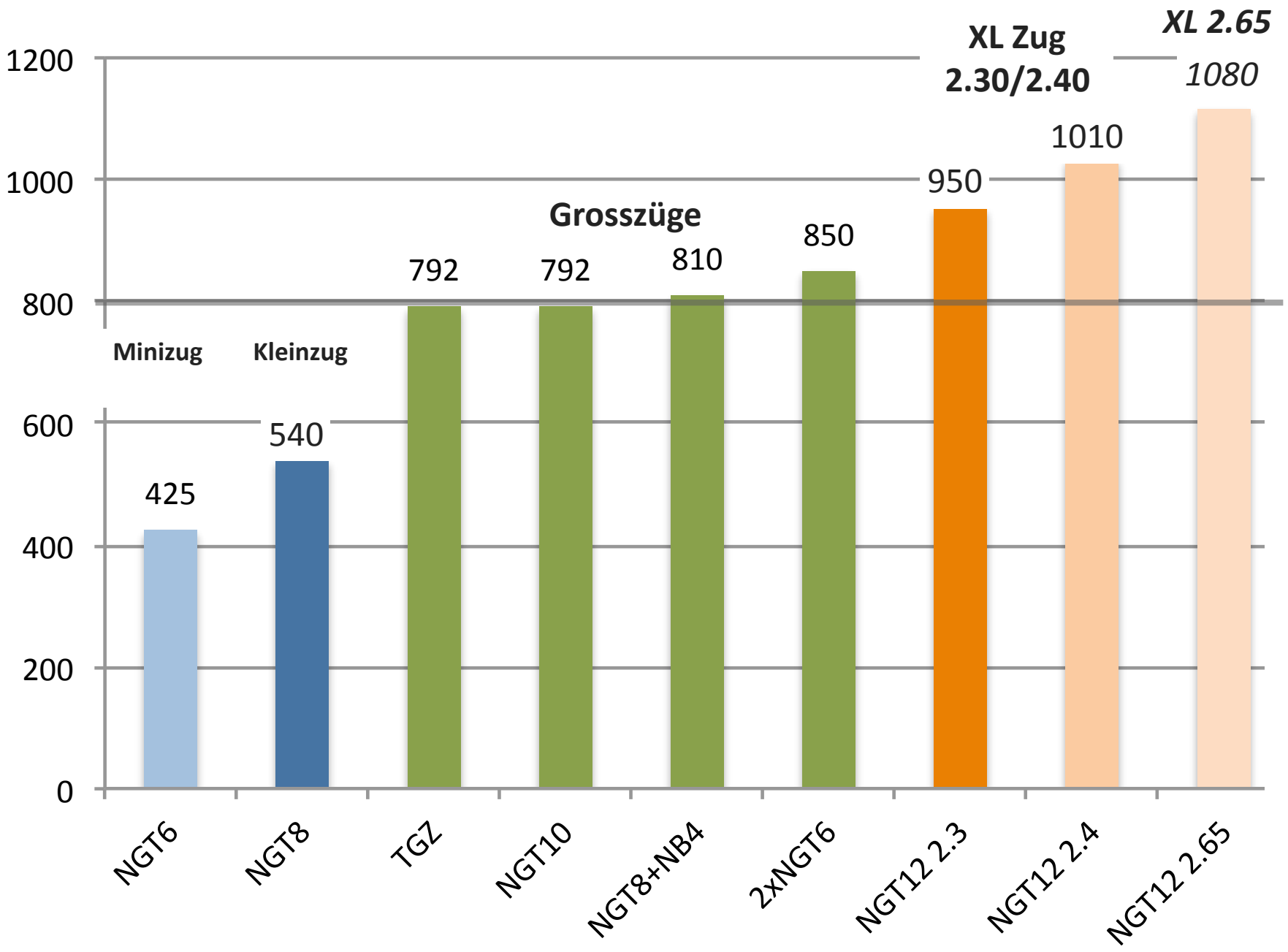
Konstruktion Belegung und Linien



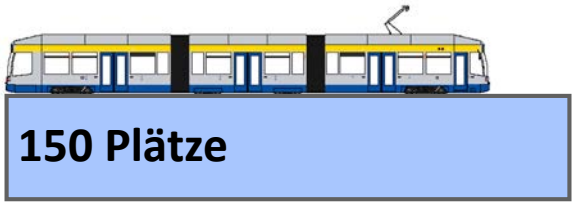
Handlungsmöglichkeiten im Straßenbahnsystem



D0 **Potenziale Fahrzeuge** Kapazitäten im Vergleich



Kleinzuglinien Kapazitätssteigerung durch Großzugeinsatz



150 Plätze

Kleinzug 2.20

220 Plätze

+50%

Grosszug 2.30

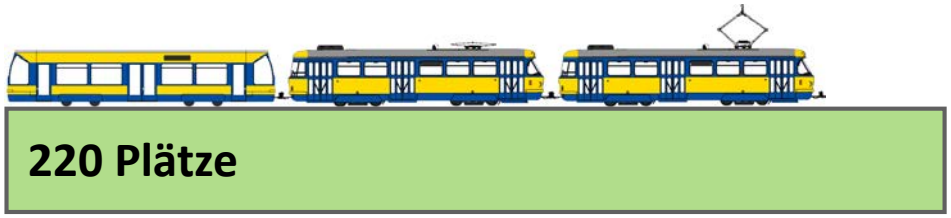
280 Plätze

+85%

NGT12 2.40m

- Umstellung Kleinzug auf Großzug bringt Kapazitätssprung von etwa +50%!
- Umstellung Kleinzug auf NGT12 2.40 bringt Kapazitätssprung von etwa +50%!
- Kann im Einzelfall Zusatzfahrten vermeiden, allerdings nicht auf sehr stark belasteten Linien
- Kapazitätssteigerung Kleinzuglinien: ca 25...30%...
- **Alleine als Lösungssansatz nicht ausreichend, jedoch ein wichtiger Baustein**

Großzuglinien Einsatz 45m-Fahrzeuge mit 2.40m Breite



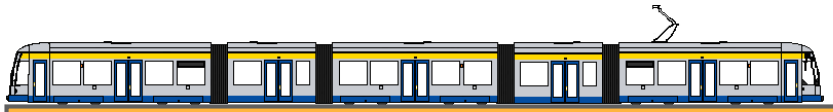
220 Plätze

Grosszug 2.20m

265 Plätze

+20%

NGT12 2.30m



280 Plätze

+25%

NGT12 2.40m

- Umstellung Großzug auf NGT12 2.40 bringt Kapazitätssprung von etwa +25%!
- Kann Zusatzfahrten vermeiden, aber nicht auf stark belasteten Linien
- Auf bestehenden Grosszuglinien ca. 10...15% Kapazitätssteigerung
- **Alleine als Lösungssansatz daher nicht ausreichend, jedoch ein wichtiger Baustein**

Prüfung Optionen auf Linien mit hoher Handlungserfordernis

Linie	Ist	Fz Bestand+Planung			Langzüge				Decklinien		*7,5´*		*5´*		ZIEL
	Aus-	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4			2,4	2,4	2,4	2,4	Nach-
	lastung	37,5	45	45	50	60	67,5	75	GZ+KZ	XL+KZ	45	50	37,5	45	frage
		220	240	265	300	360	405	450	370	415	265	300	220	265	
		2,6	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5			2,5	2,5	2,4	2,5	
1W	60%	70%	64%	58%	51%	43%	38%	34%	42%	37%	44%	38%	35%	29%	924
1O	39%	73%	67%	61%	54%	45%	40%	36%	43%	39%	45%	40%	36%	30%	964
3W	50%	79%	73%	66%	58%	49%	43%	39%	47%	42%	49%	44%	40%	33%	1048
3O	40%	74%	68%	61%	54%	45%	40%	36%	44%	39%	46%	41%	37%	31%	975
7W	58%	92%	85%	77%	68%	56%	50%	45%	55%	49%	58%	51%	46%	38%	1219
7O	49%	67%	61%	56%	49%	41%	36%	33%	40%	35%	42%	37%	33%	28%	883
10/11N	53%	74%	68%	62%	55%	46%	40%	36%	44%	39%	46%	41%	50%	62%	1966
15W	47%	67%	62%	56%	49%	41%	37%	33%	40%	36%	42%	37%	34%	28%	890
15O	45%	63%	58%	52%	46%	38%	34%	31%	37%	33%	39%	35%	31%	26%	832
16N	59%	80%	73%	67%	59%	49%	44%	39%	48%	42%	50%	44%	40%	33%	1058

Fazit

Bestehende bzw. geplante Fahrzeuge und Takte reichen nicht aus.
Decklinien oder Taktverdopplung bringen Entlastung.
7,5 Min-Takt bringt keine voll ausreichende Entlastung mit bestehenden Fahrzeugen.
7,5 Min-Takt mit 50m Zügen bringt Entlastung (50 m Züge passen ggfs. an bestehende Bahnsteige)
Langzüge bringen bei bisherigem Takt nur Entlastung, wenn größer 65 m
Langzüge und Taktverdopplung lösen jedoch Überkapazität am Netzrand aus

Decklinien im 10-Min-Takt ist einer Taktverdopplung wegen flexibler Linienlänge vorzuziehen
Decklinien erfordern 4 bis 5 DML und starke Fahrtenverdichtung im Netzkern von 30-50%
7,5 Min. Takt mit 50 m Fahrzeugen vermeidet Decklinien und erfordert moderate Fahrtenverdichtung von 25% im Netzkern, aber Überangebot am Netzrar
Dafür können auf den Außenästen Takthalbierungen angedacht werden (3, 7 etc.), aber 15´-Takt Verschlechterung ggü. heute
Langzüge müssen sehr lang sein (> 67 m) und erfordern daher hohen Aufwand (zahlreiche Linien und Haltestellen mit städtebaulichen Problemen)

Potenziale Fahrzeuge

Bisherige Fahrzeugkonzeption:

- Umstellung Kleinzug auf NGT10 bringt Kapazitätssprung von etwa +50%
- Umstellung Großzug auf NGT12 2.40m bringt Kapazitätssprung von etwa +25%
- Zusammen entsteht eine Kapazitätssteigerung im Netz von 25...30% (inkl. Decklinien +40...50%)

Alleine als Lösungsansatz nicht ausreichend, jedoch wichtige Bausteine in „Gesamtpaket“

>> Ansätze unbedingt weiter verfolgen

Option Breitzug 2.65:

- Fahrzeugbreite von 2.65m bringt nur sehr geringen Zusatznutzen bei hohem Umsetzungsaufwand

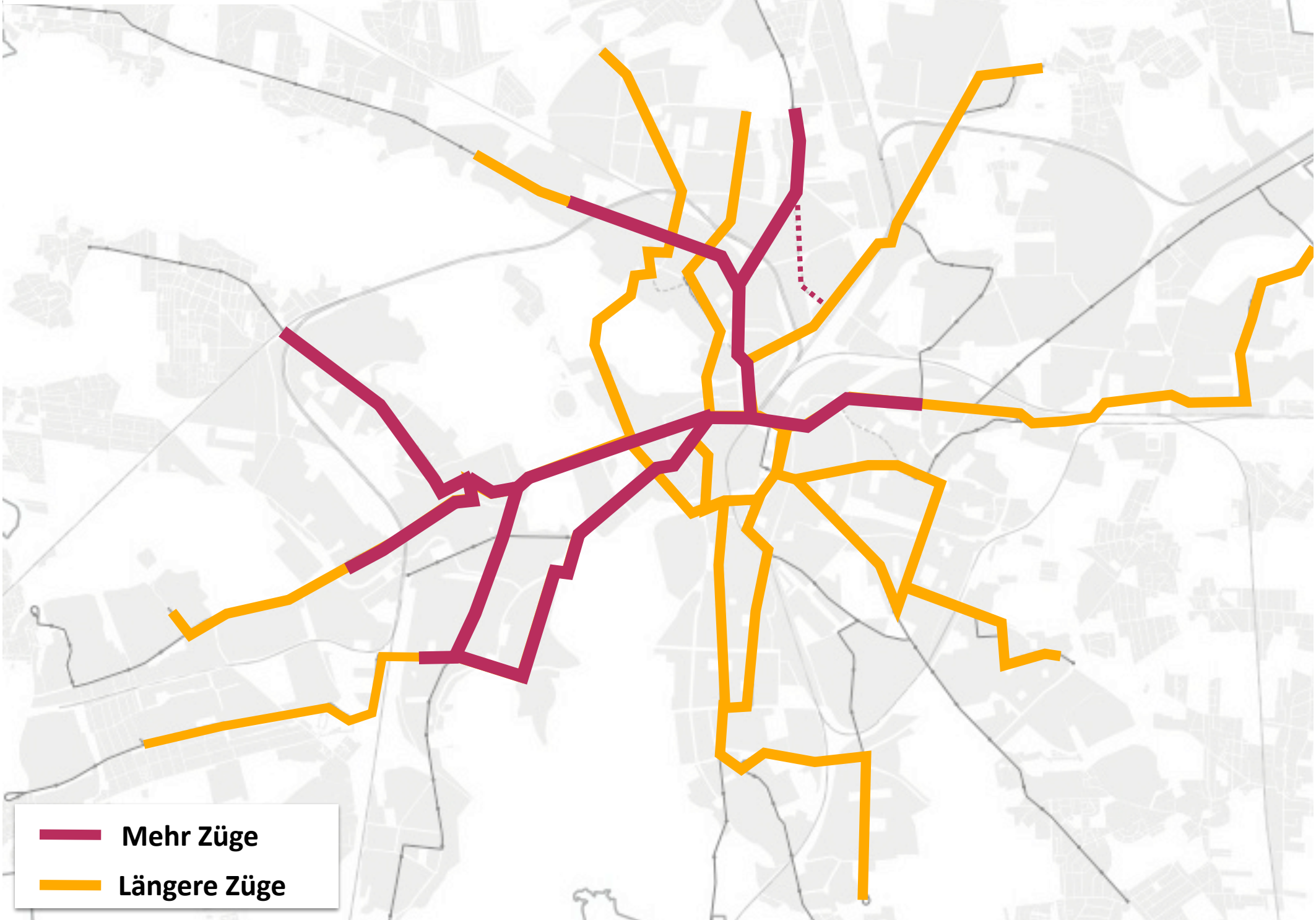
>> Option Breitzug sollte daher nicht verfolgt werden

Option Langzug:

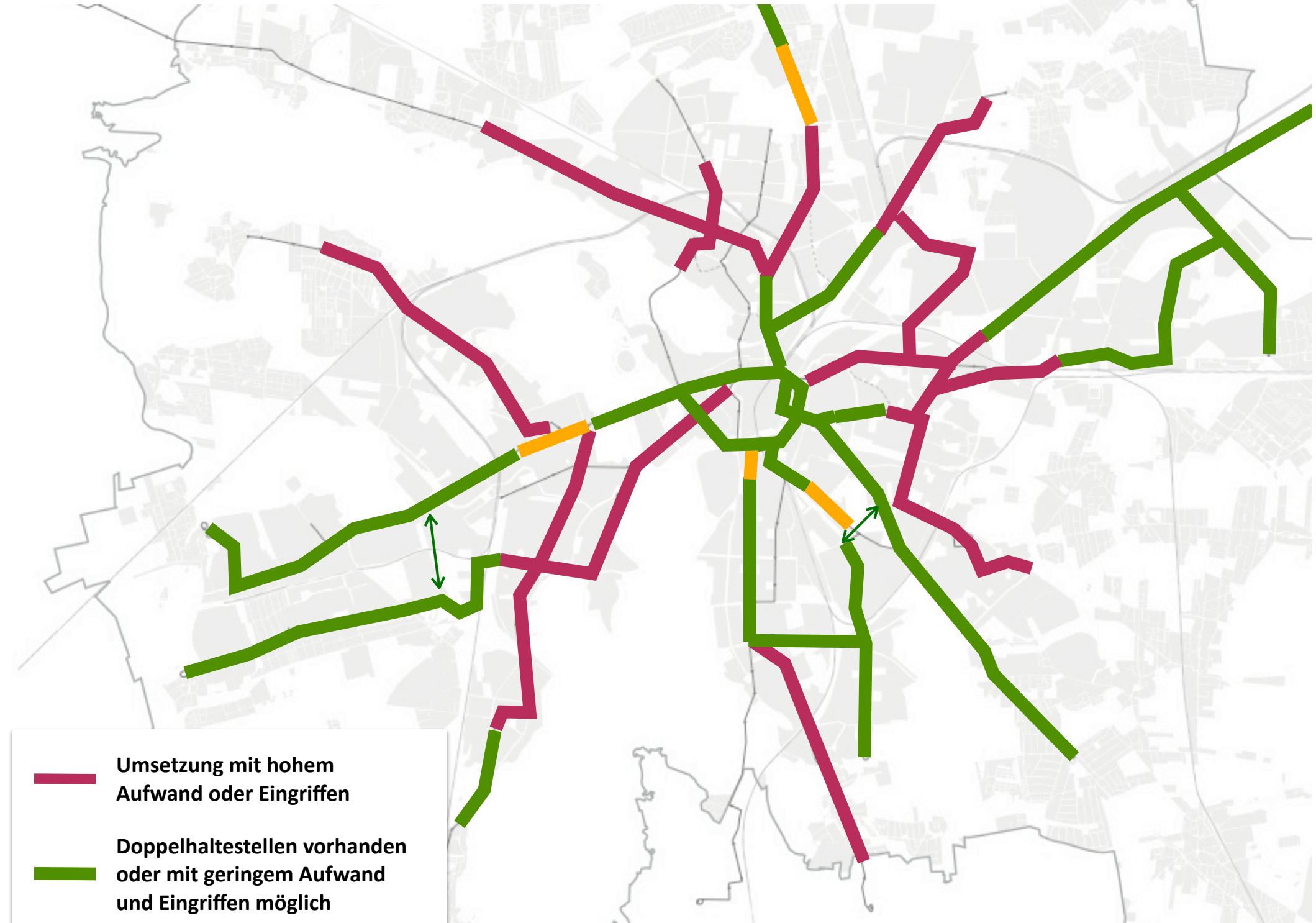
- Langzugeinsatz mit 60 bis 75 m kann hohen Kapazitätssprung bis ca. 100% ermöglichen,
- Starke Herausforderungen und Restriktionen bei Umsetzung
  (ggfs. „neue Strammstrecke“ für Langzug in Verbindung mit Stadtbahn-Außenstrecken)

>> Option Langzug sollte geprüft werden

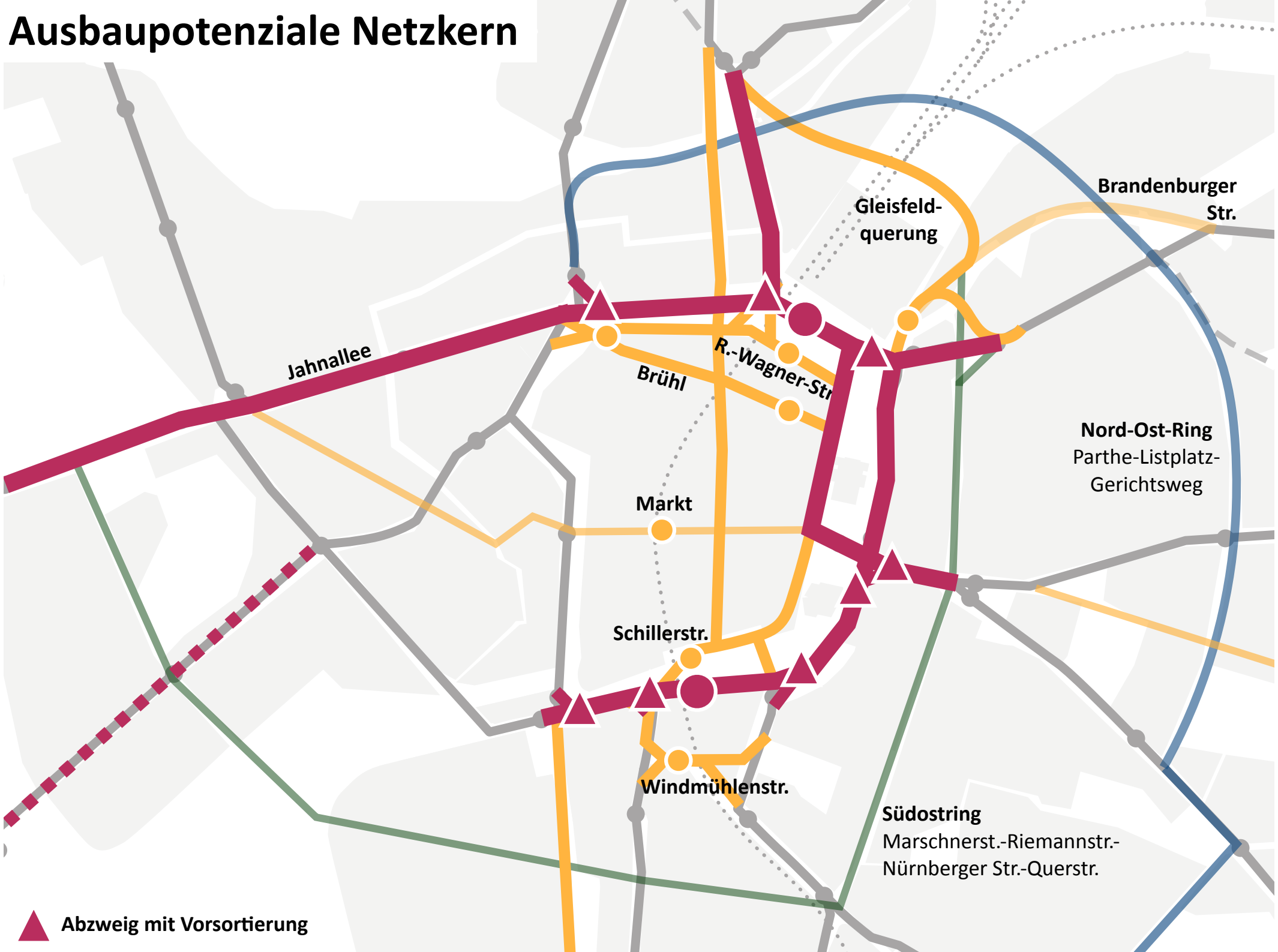
Fahrzeugeinsatz



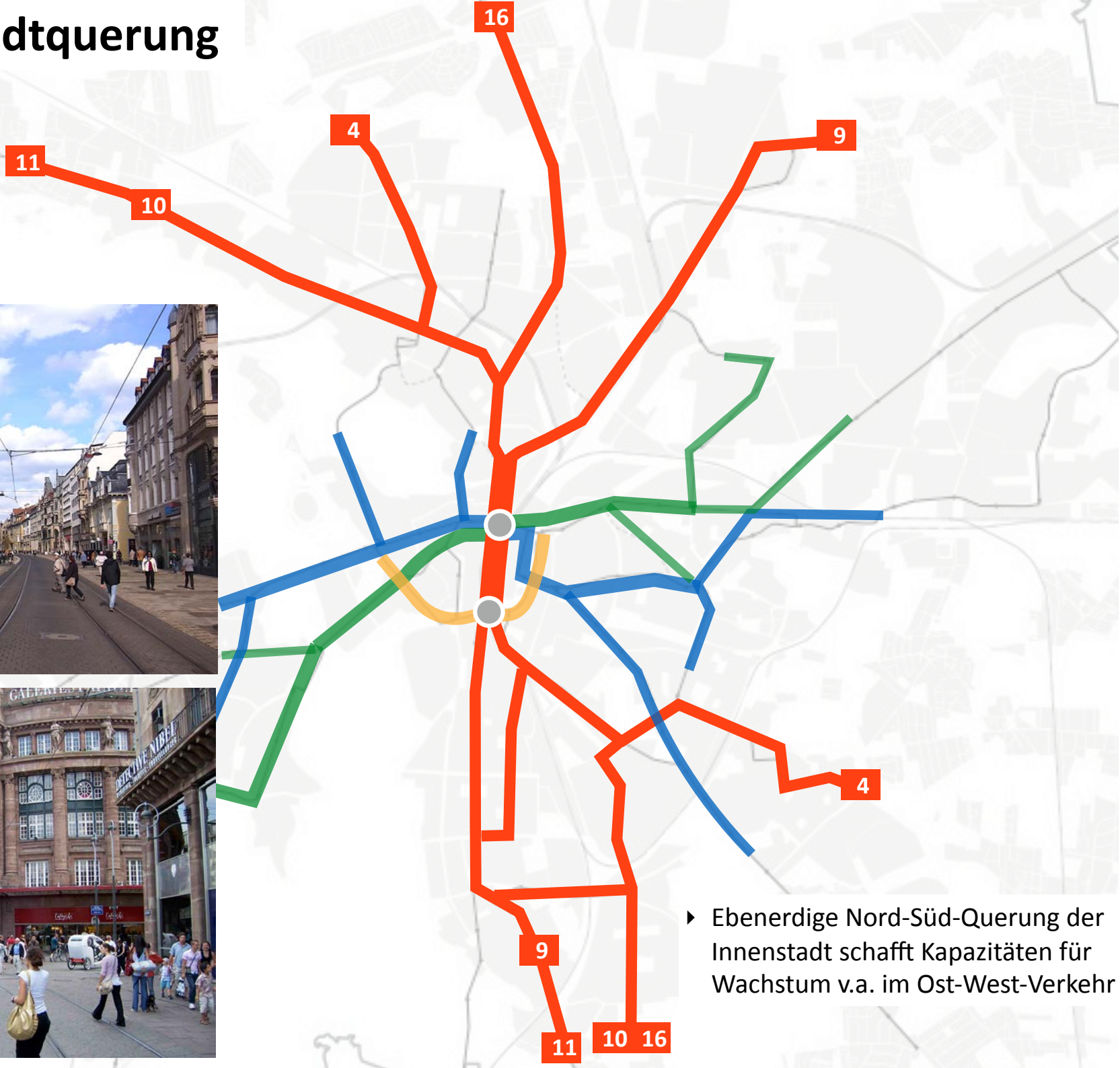
Umsetzbarkeit Haltestellen für Langzüge



Ausbaupotenziale Netzkern



Neue Innenstadtquerung



- Ebenerdige Nord-Süd-Querung der Innenstadt schafft Kapazitäten für Wachstum v.a. im Ost-West-Verkehr

Ausbau HBF

Bremen; 6 Gleise mit Doppelhaltepositionen

Ausbau Nordring

- *Kreuzung je 2 x 72 Fahrten*

GOERDELERRING

- viergleisige Haltestelle
- Fahrstraßenkreuzung blau/grün wie heute
- Belastung je Gleis ca. 36-42 Kurse/h (inkl. SL9)

HAUPTBAHNHOF

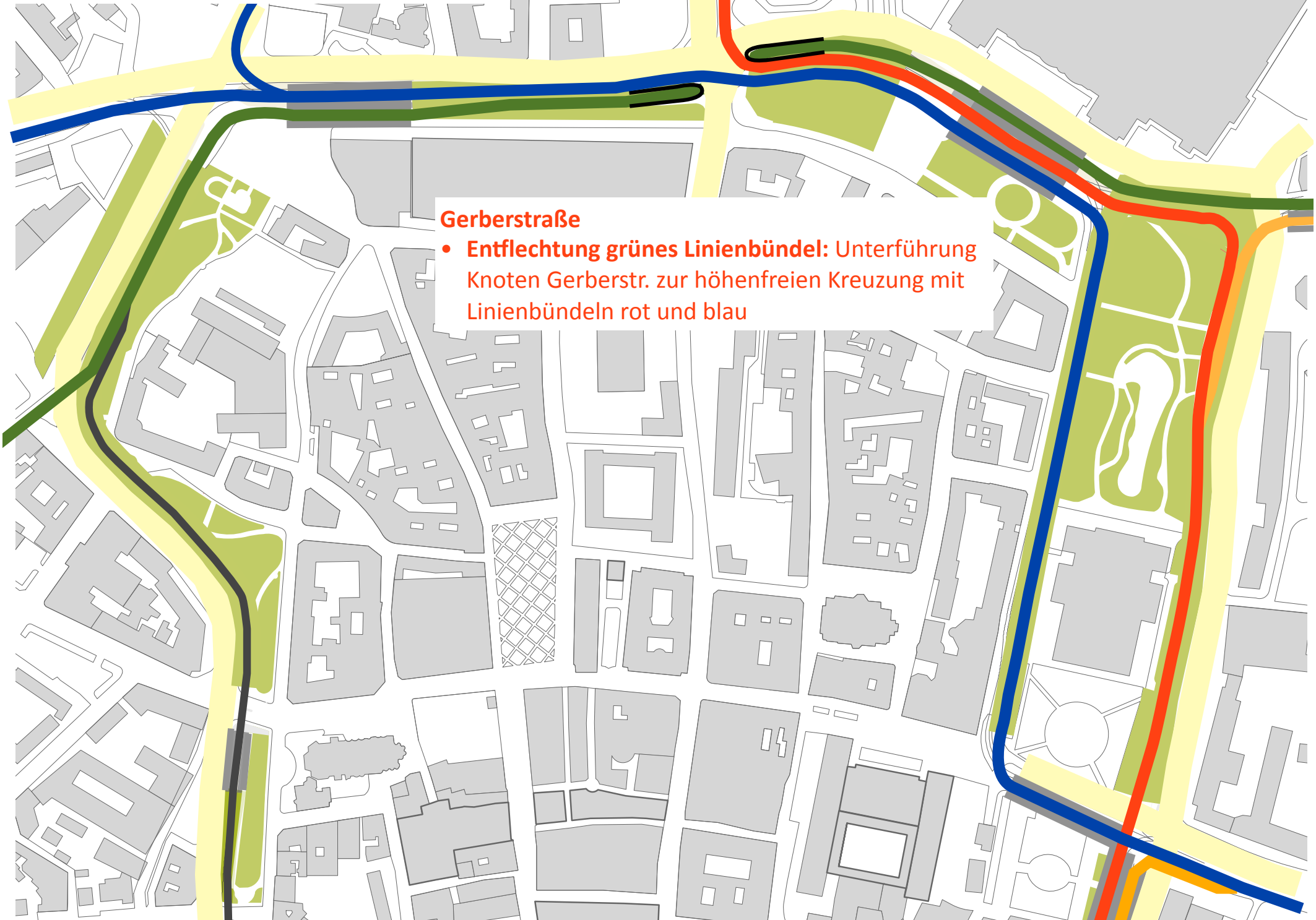
- sechsgleisige Haltestelle Vorplatz
- Einbindung rotes Bündel via Gerberstr.
- Fahrstraßenkreuzung grün/rot westlich HBF-Vorplatz (Entlastung Ostkreisel)
- Belastung je Gleis ca. 18-36 Kurse/h

WESTRING

- sollte im Linienverkehr entfallen (Betriebsstrecke)

>> Kapazitätsgewinn ca. 50%
bei gesteigerter Betriebsqualität

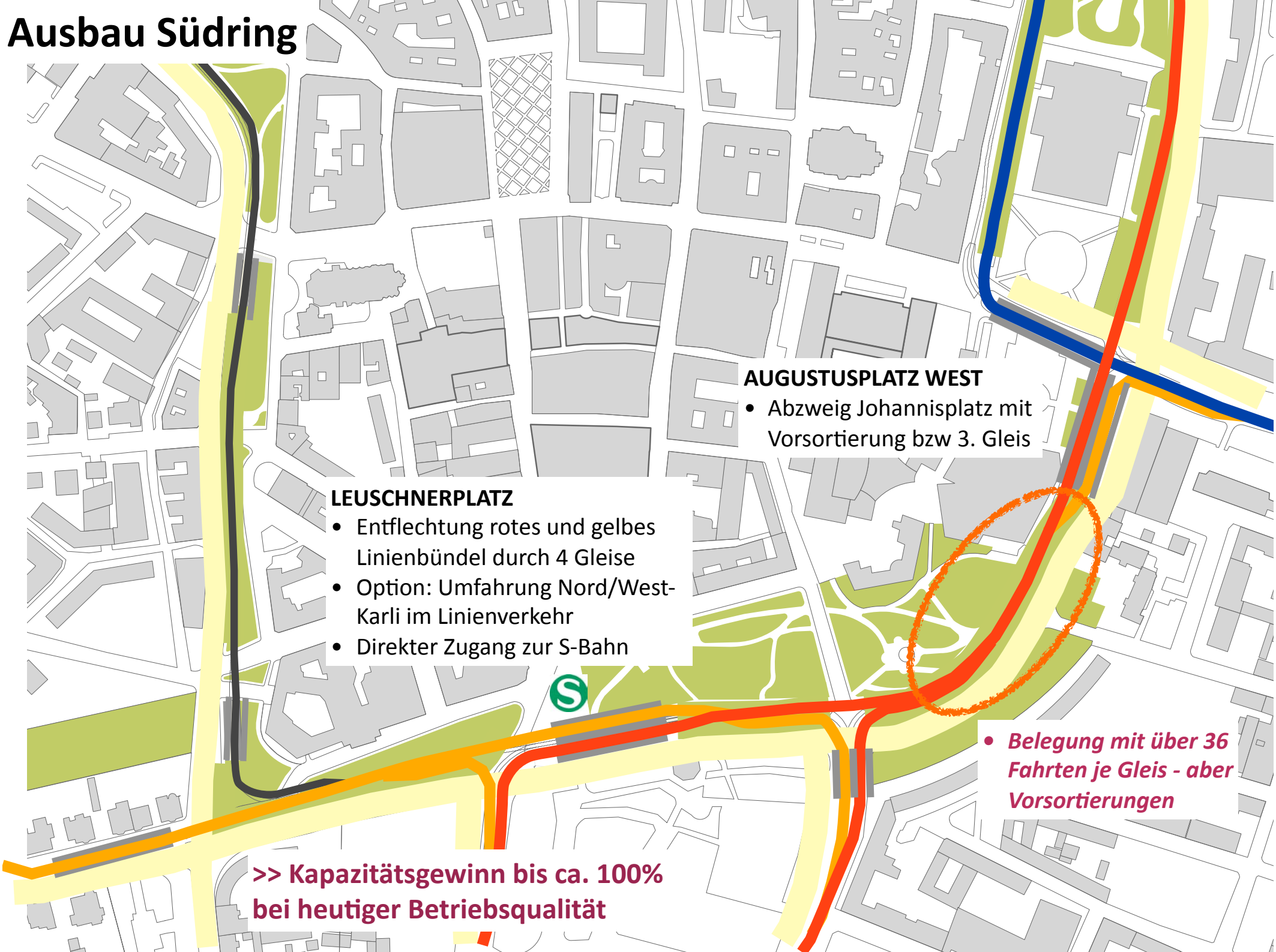
Ausbau Nordring



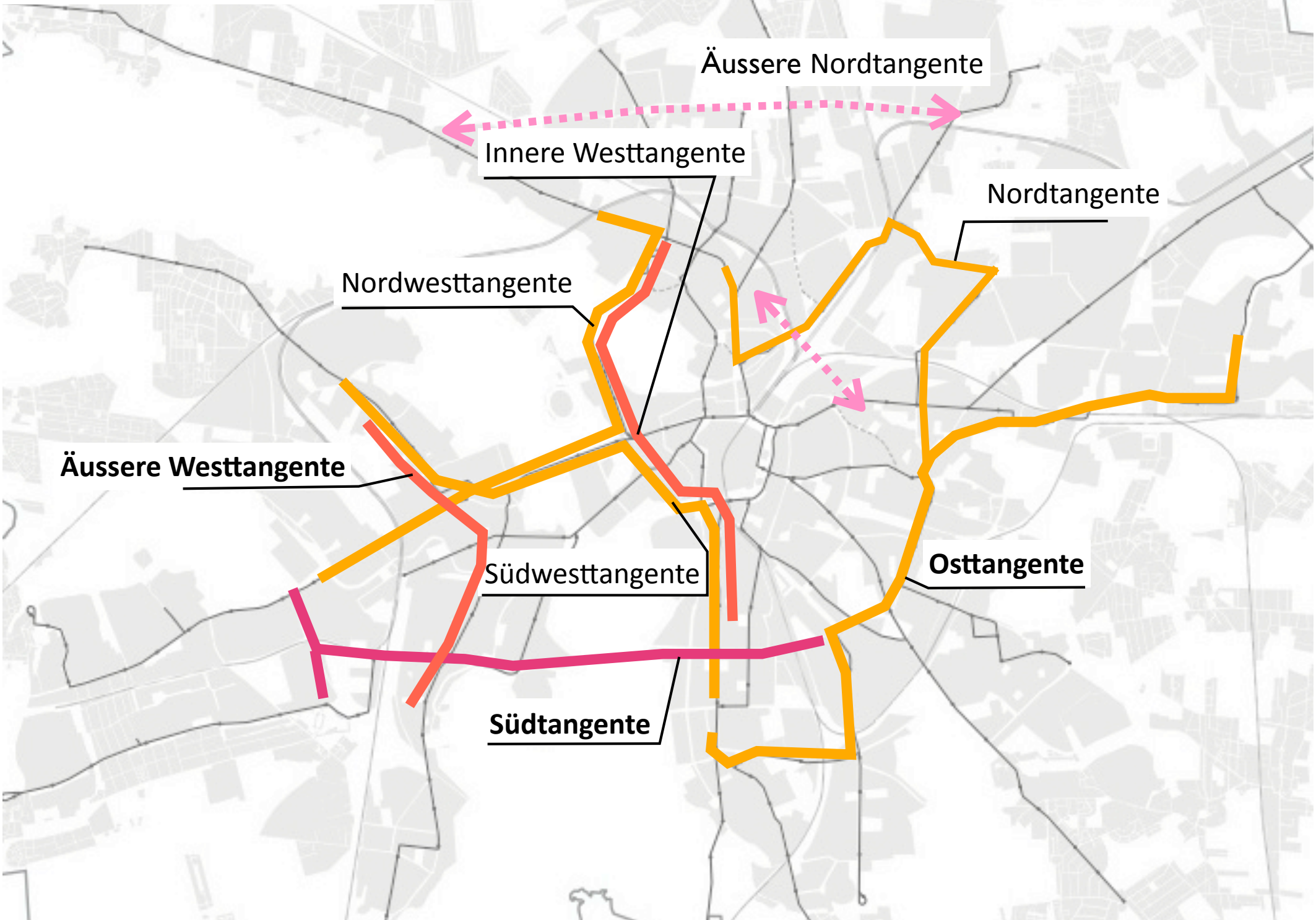
Gerberstraße

- **Entflechtung grünes Linienbündel:** Unterführung Knoten Gerberstr. zur höhenfreien Kreuzung mit Linienbündeln rot und blau

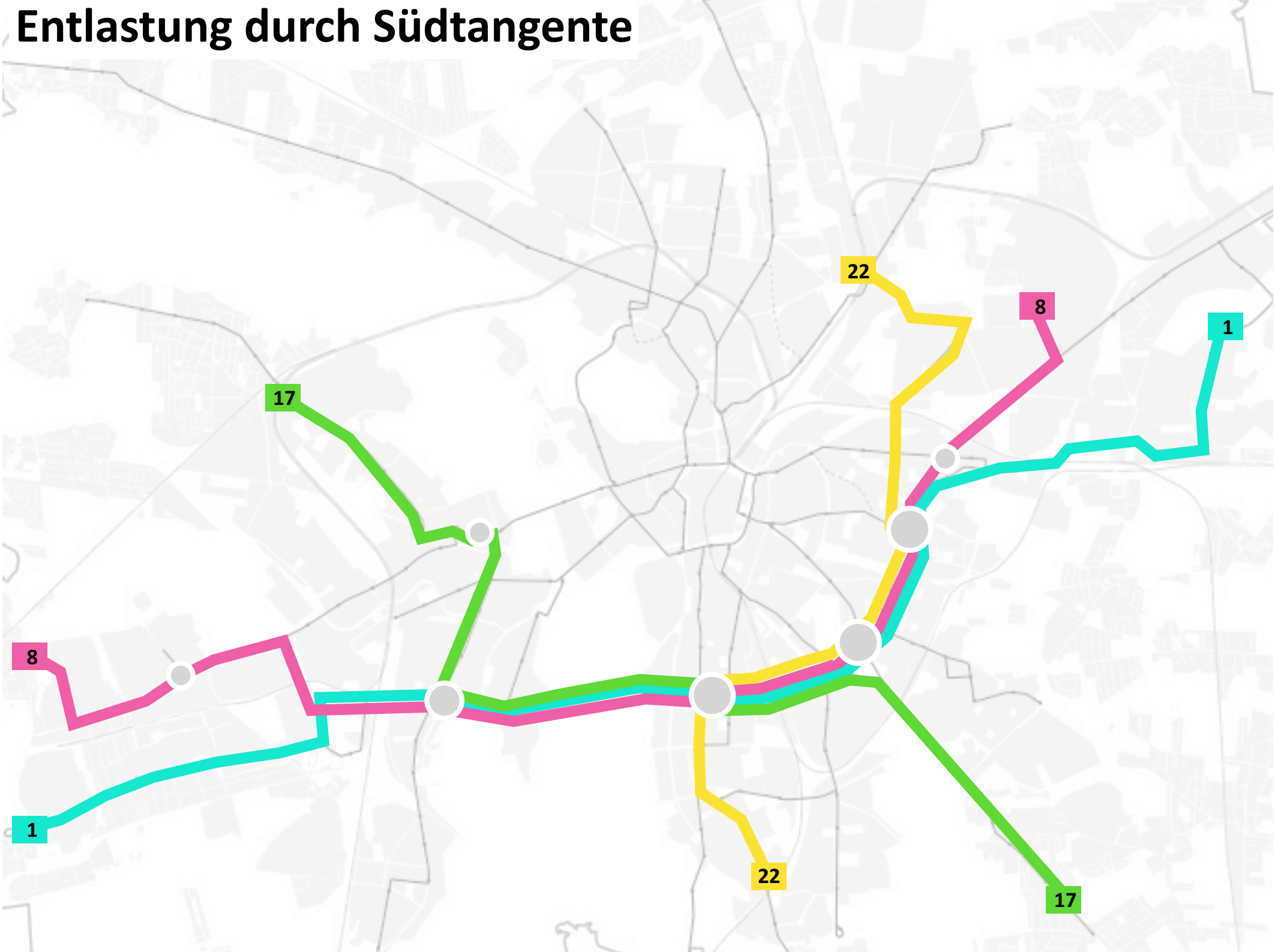
Ausbau Südring



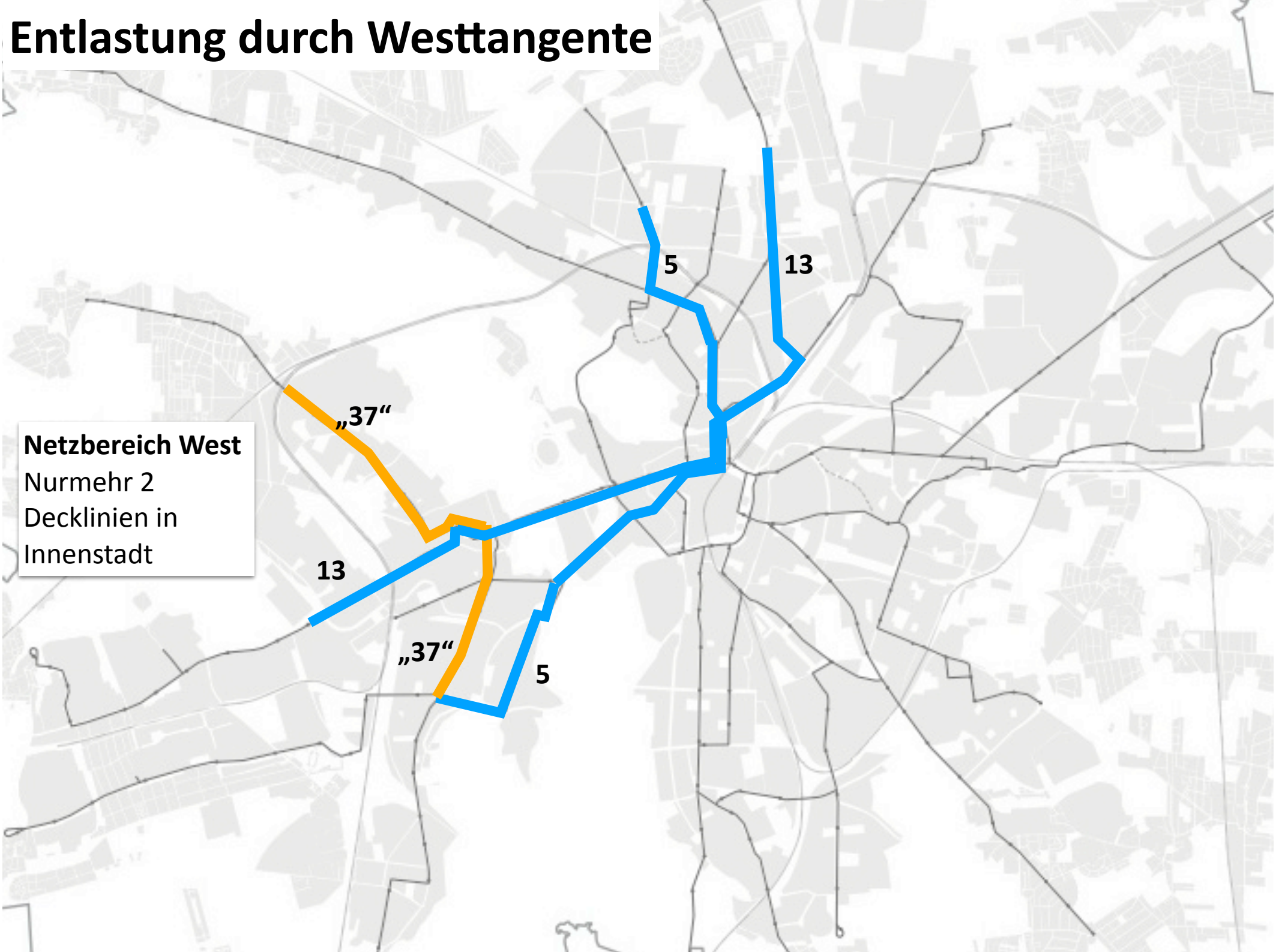
Ringe und Tangenten



Entlastung durch Südtangente

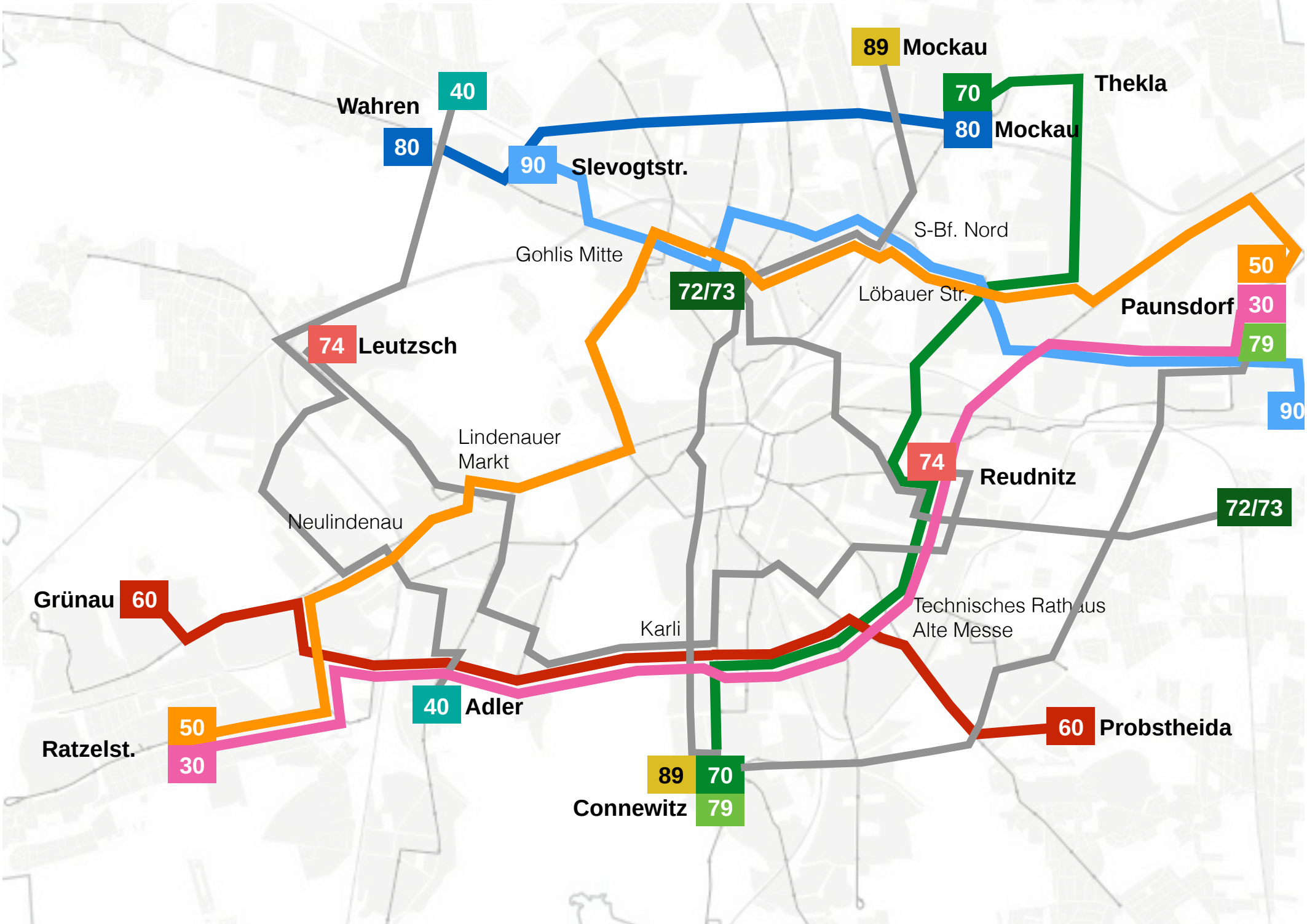


Entlastung durch Westtangente

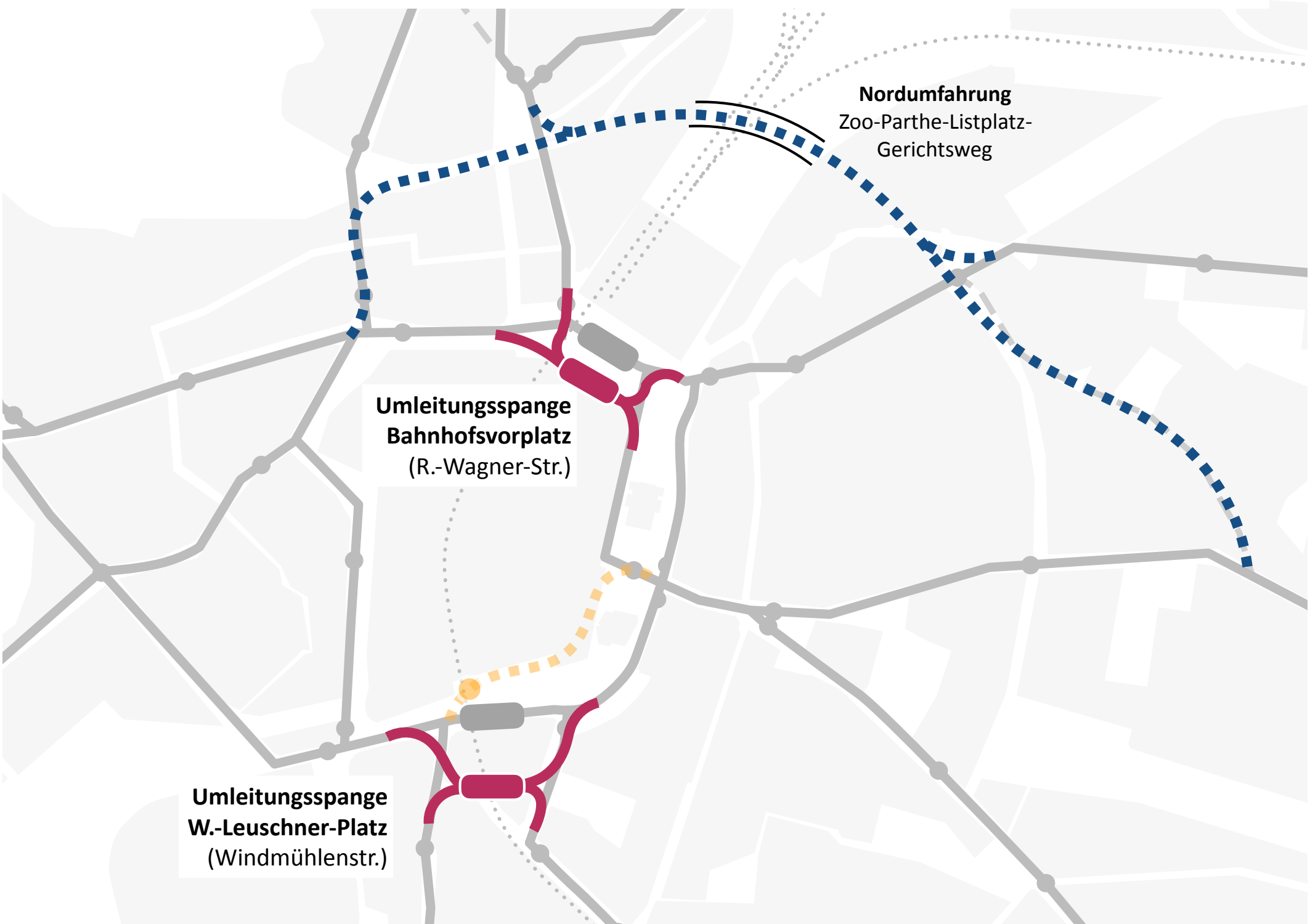


Netzbereich West
Nurmehr 2 Decklinien in Innenstadt

Entlastung durch Stärkung der Bustangenten



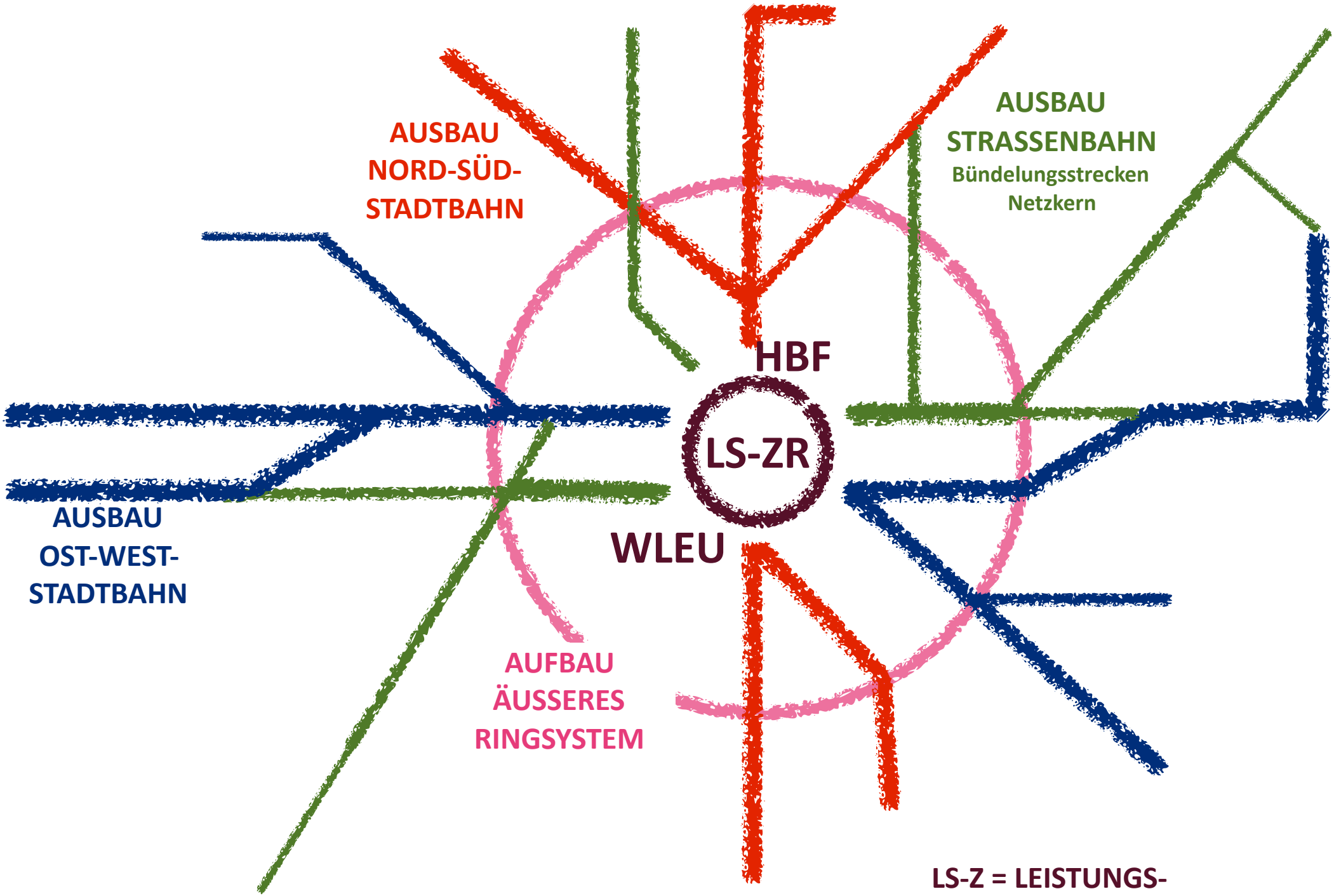
Leistungssteigerung im Regelverkehr durch Reservegleise



Ausblick

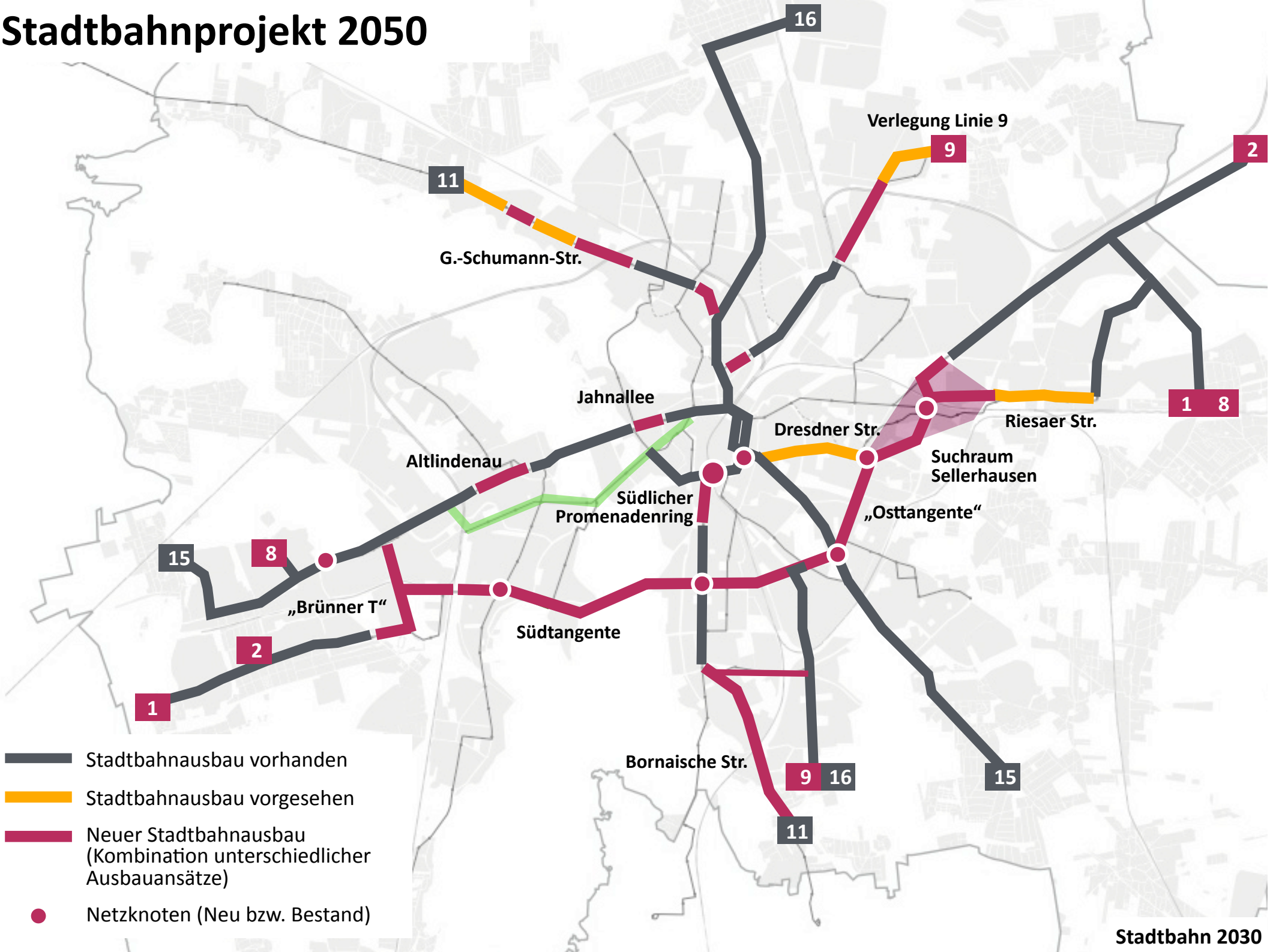
5

Leipziger Herausforderung - Das „Achsen-Ring-System“



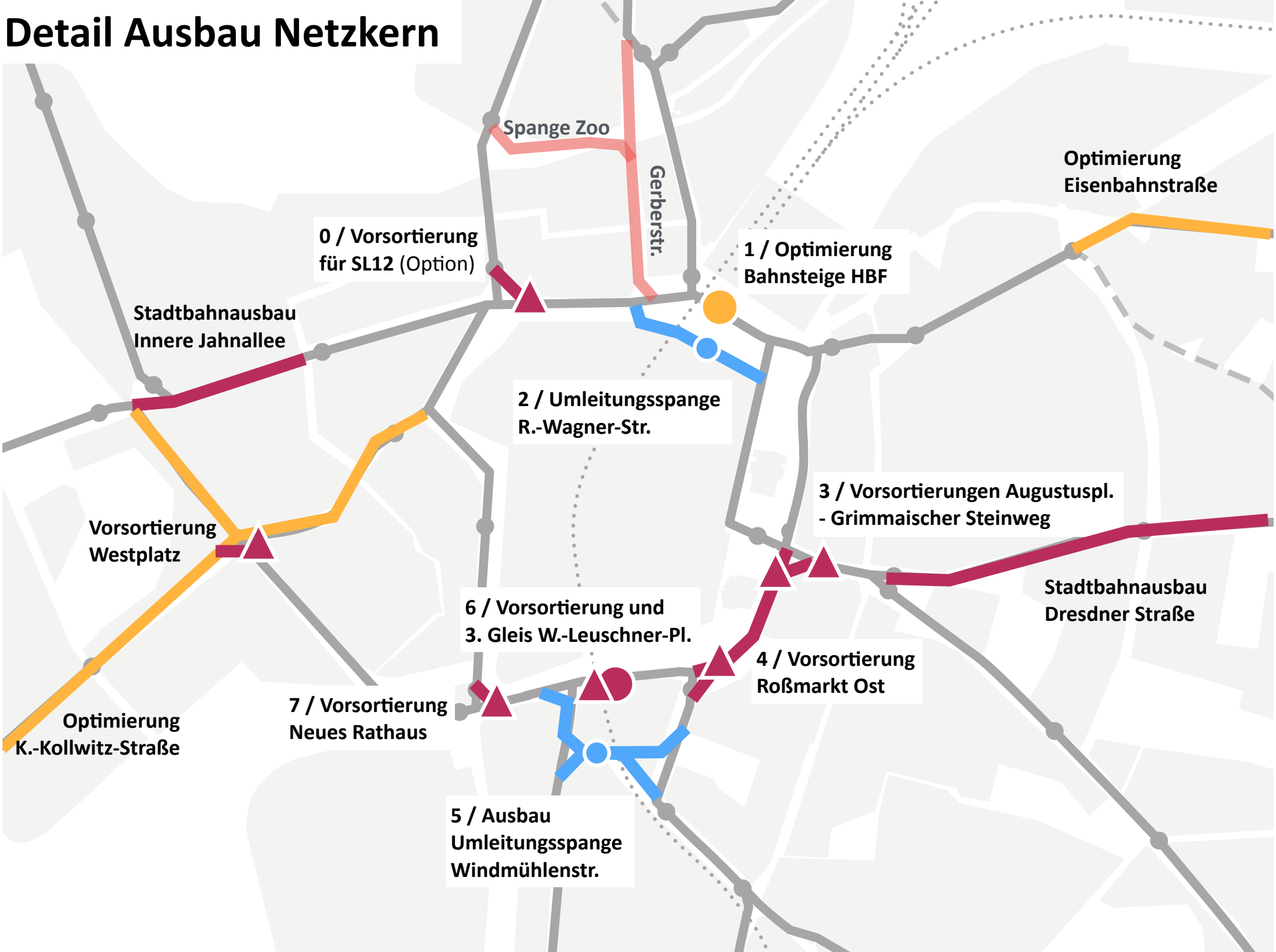
LS-Z = LEISTUNGS-
STEIGERUNG ZENTRUMSRING

Stadtbahnprojekt 2050



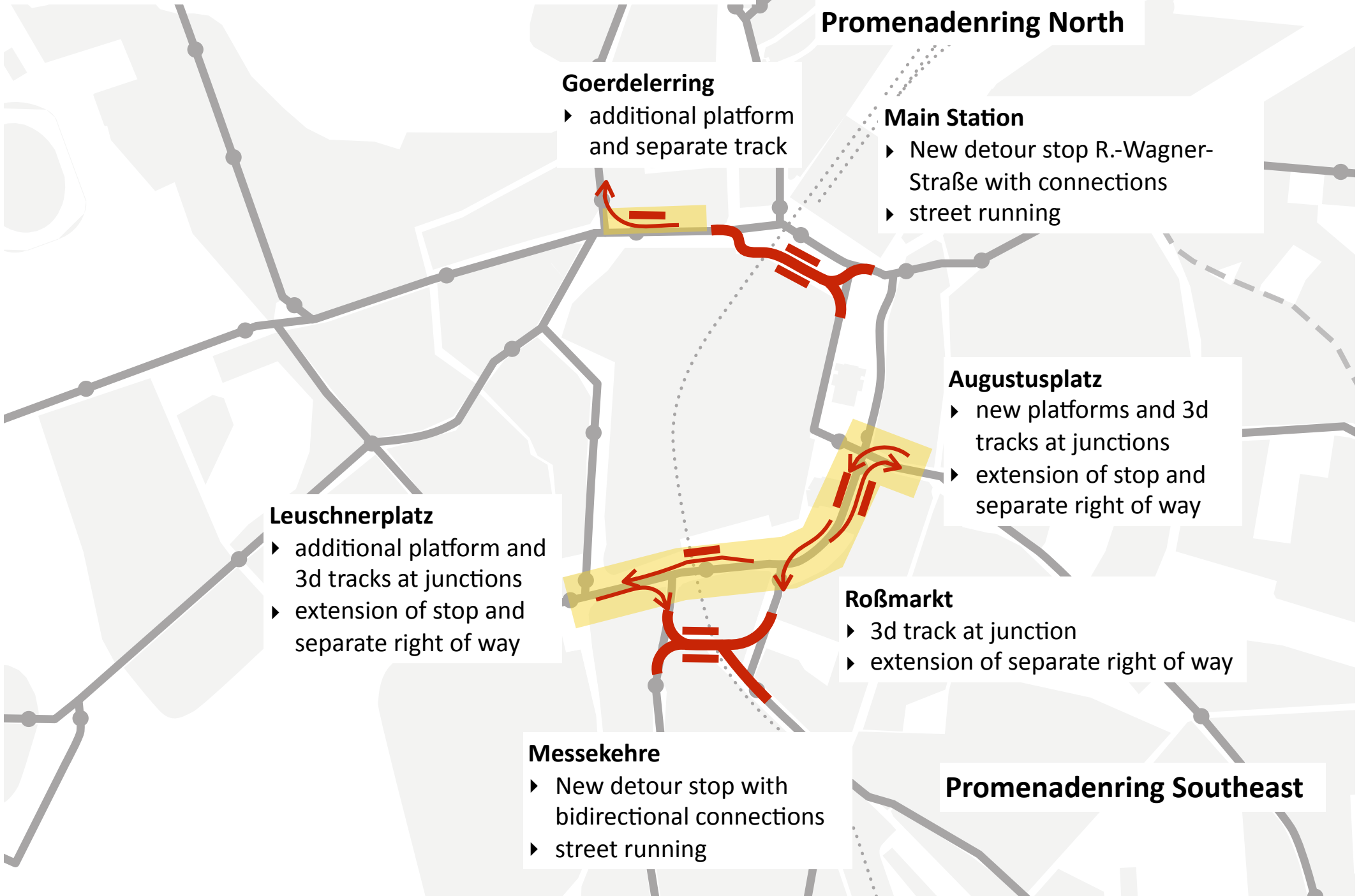
Stadtbahn 2030

Detail Ausbau Netzkern



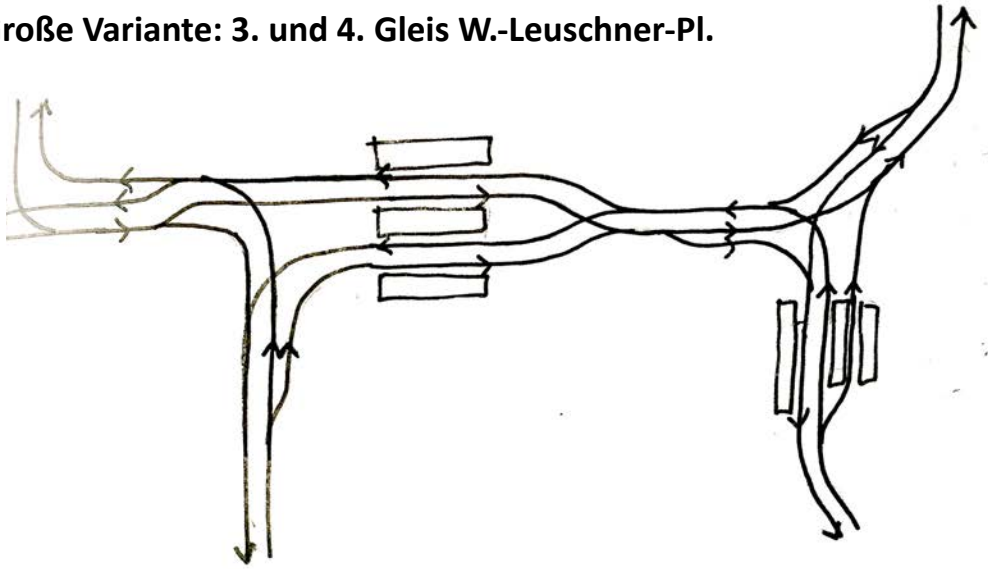
Recommendable Approach

Infrastructure Extension

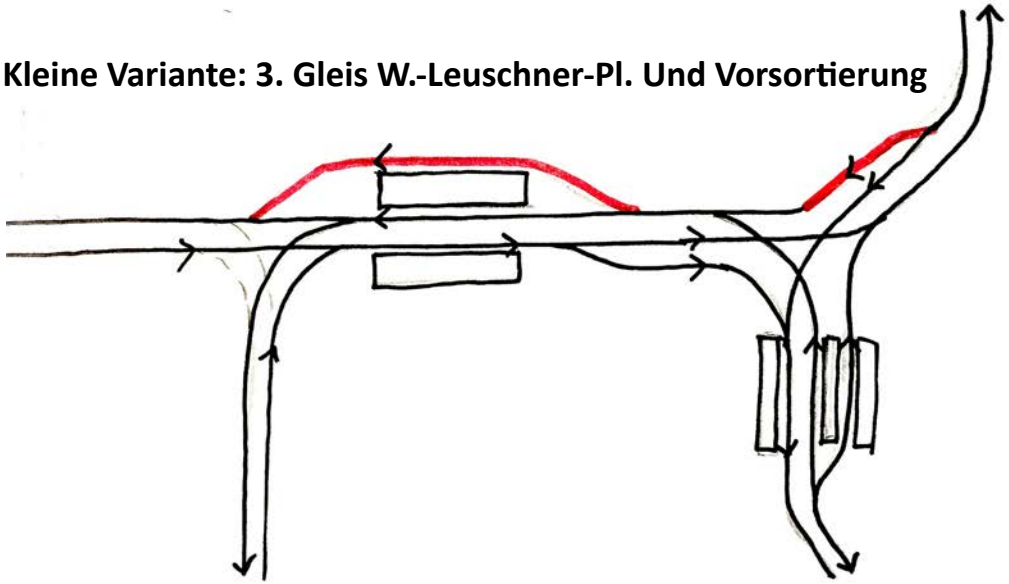


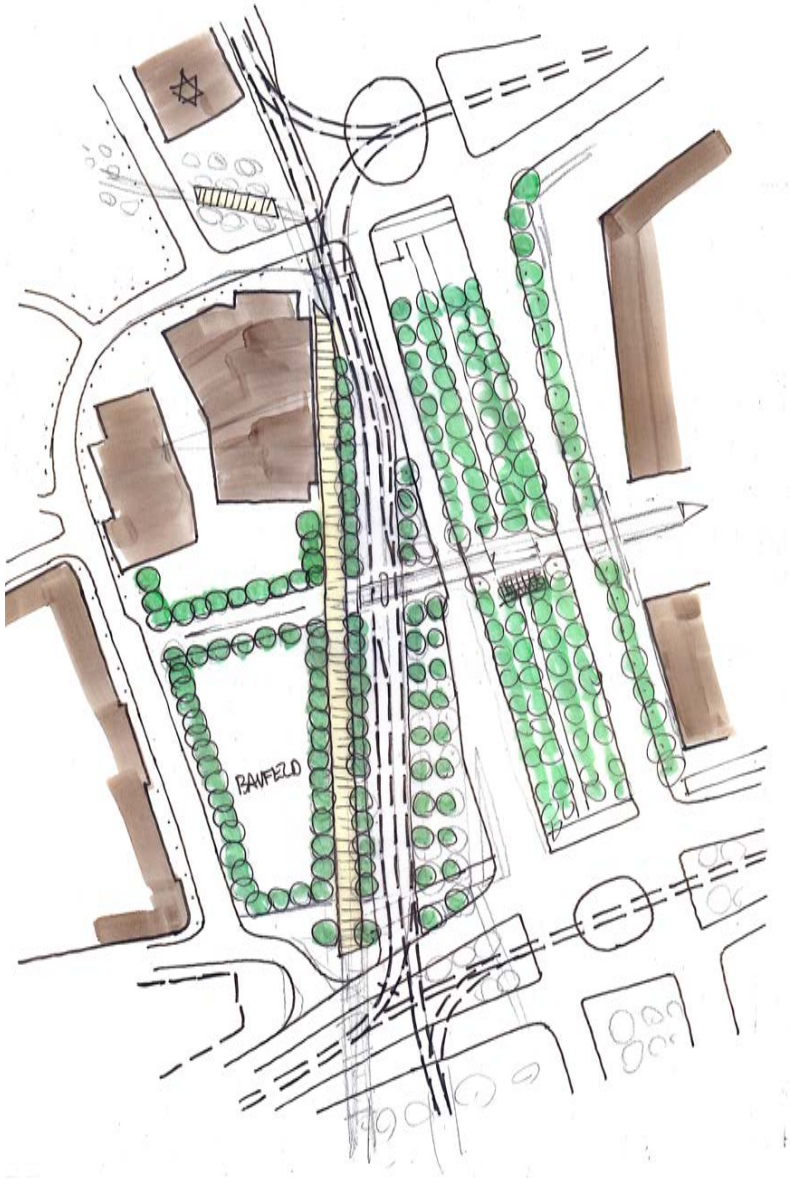
Ausbau Südring / W.-Leuschnerplatz

Große Variante: 3. und 4. Gleis W.-Leuschner-Pl.

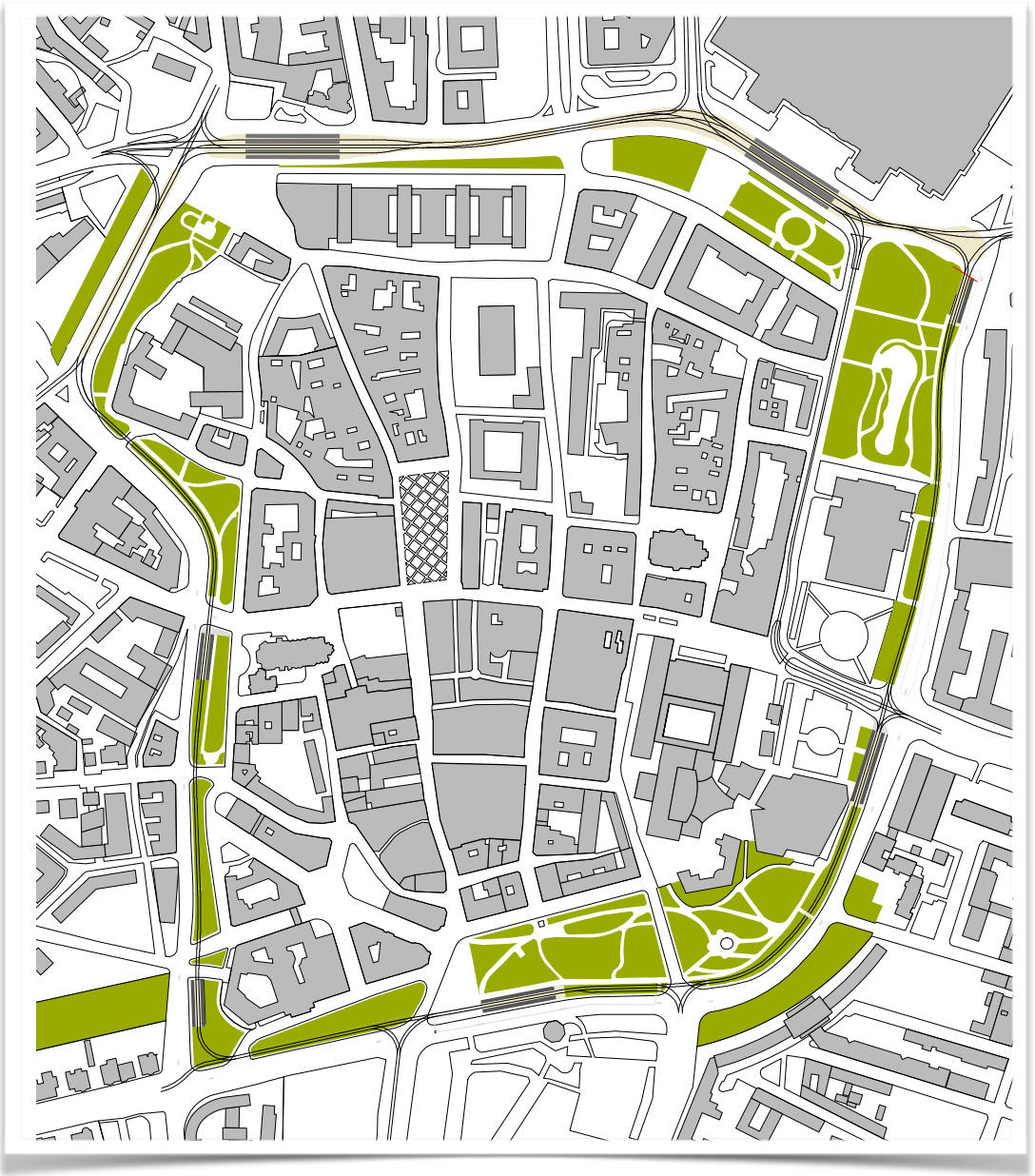


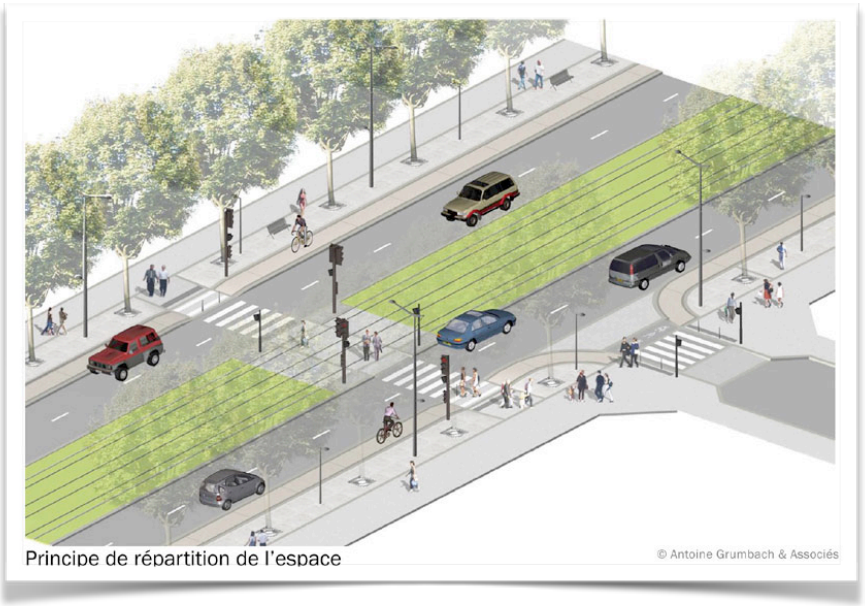
Kleine Variante: 3. Gleis W.-Leuschner-Pl. Und Vorsortierung

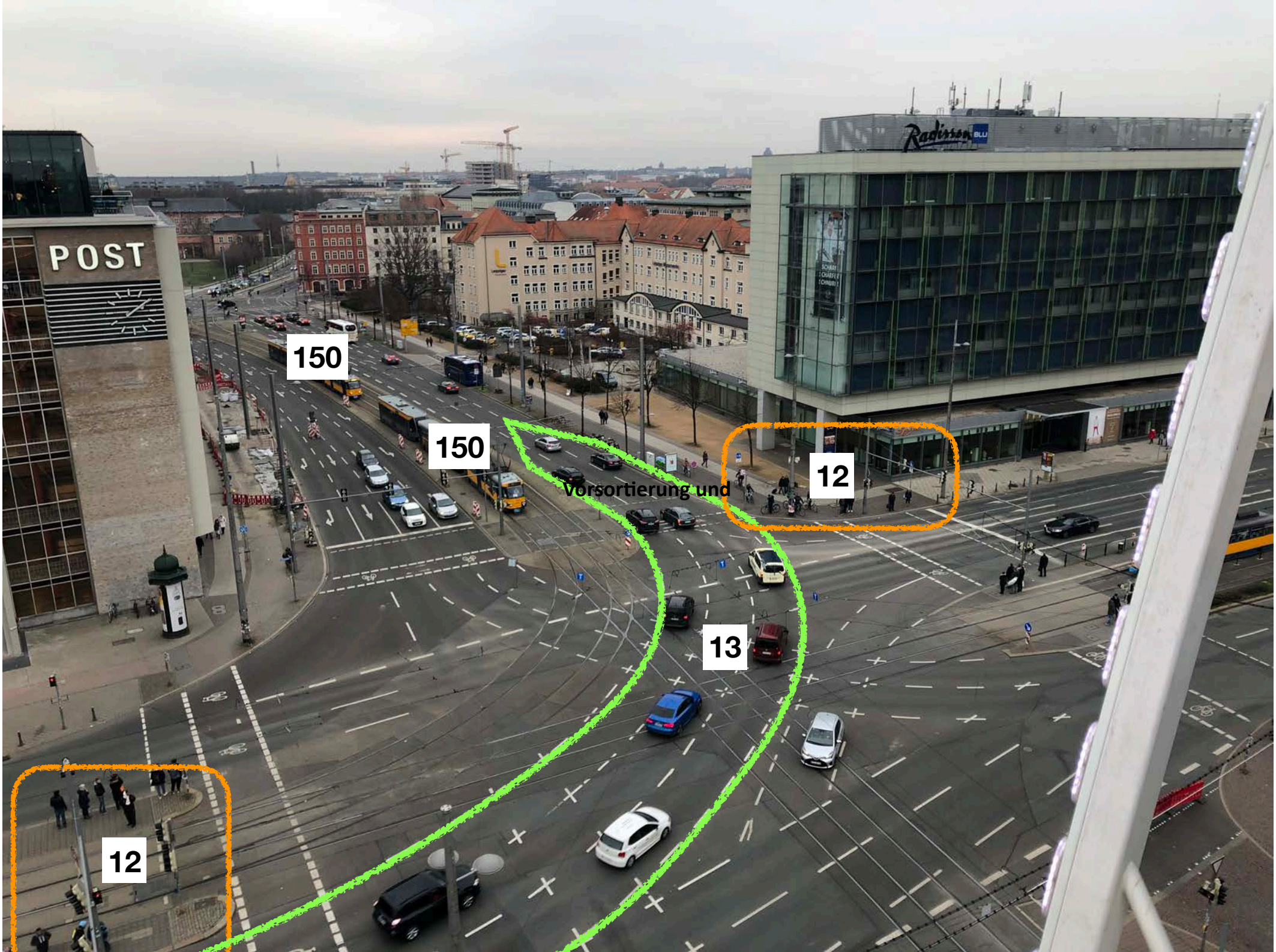




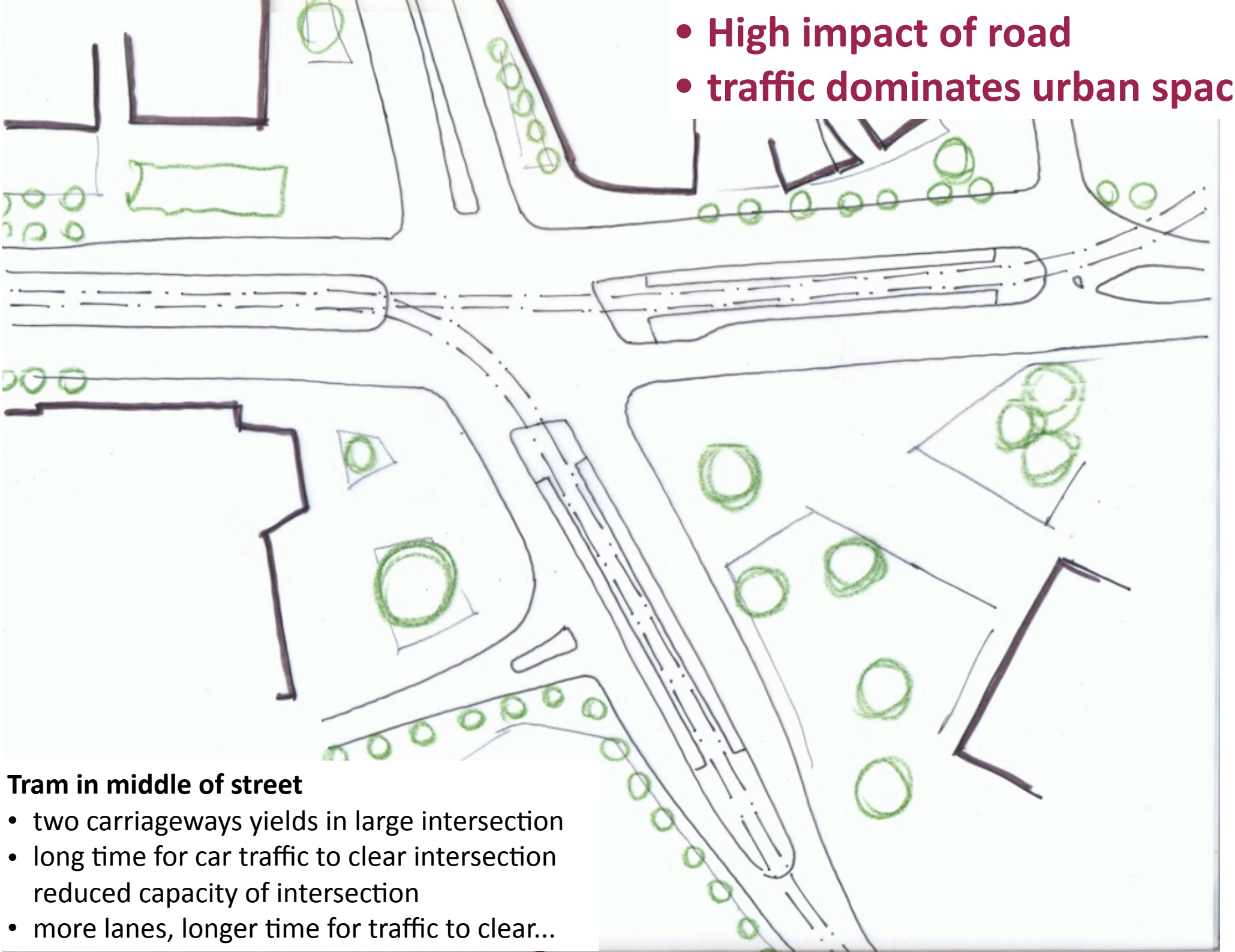
Wohin geht die Reise am Promenadenring ???






POST
Radisson BLU
150
150
12
Vorsortierung und
13
12

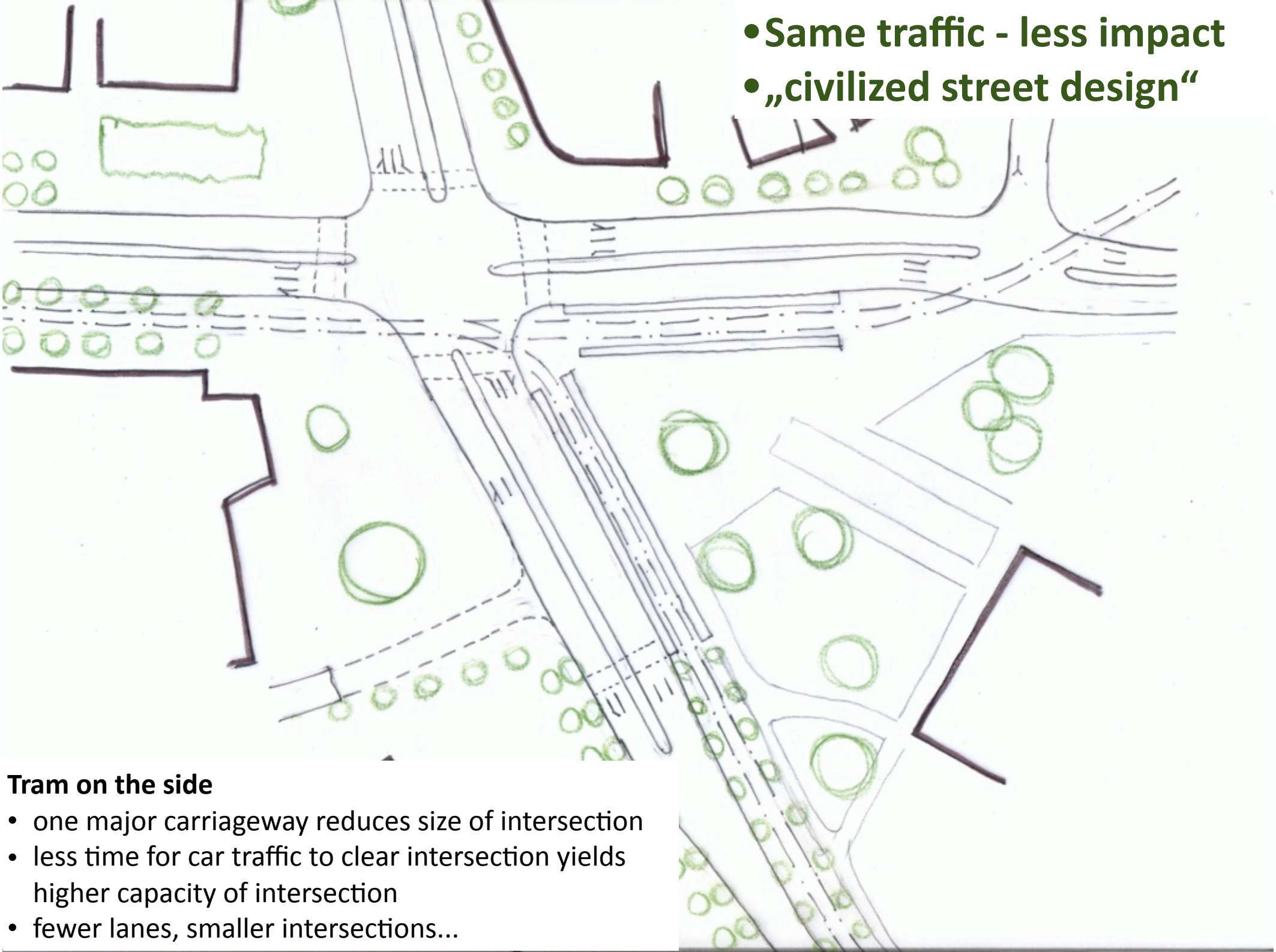
- **High impact of road**
- **traffic dominates urban space**



Tram in middle of street

- two carriageways yields in large intersection
- long time for car traffic to clear intersection
  reduced capacity of intersection
- more lanes, longer time for traffic to clear...

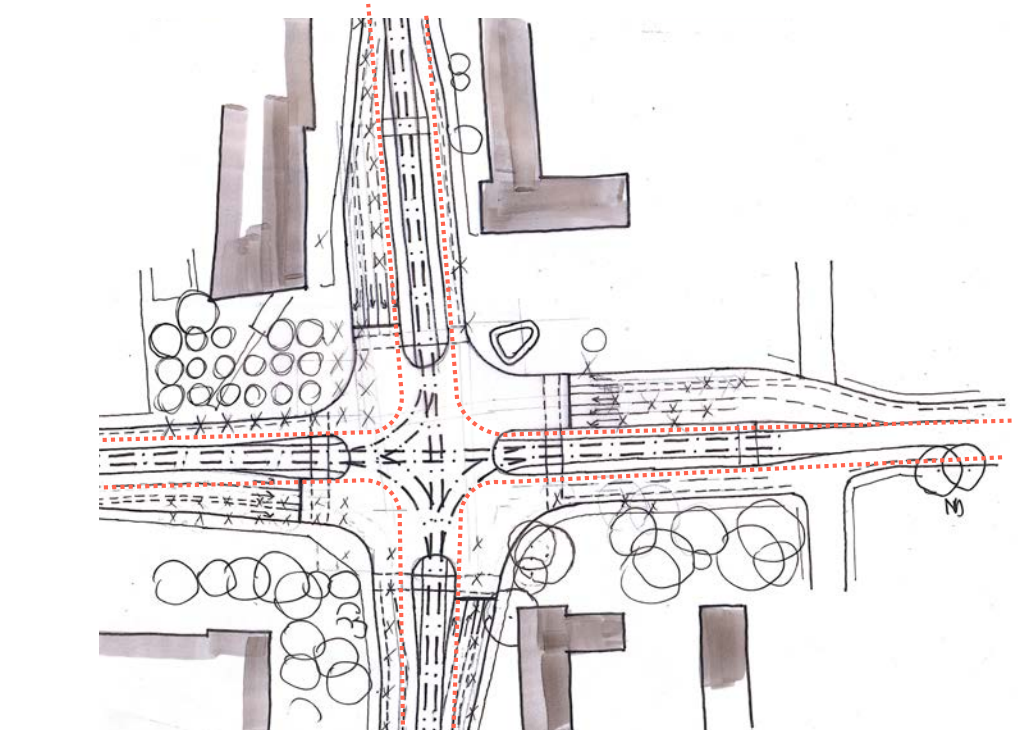
- **Same traffic - less impact**
- **„civilized street design“**



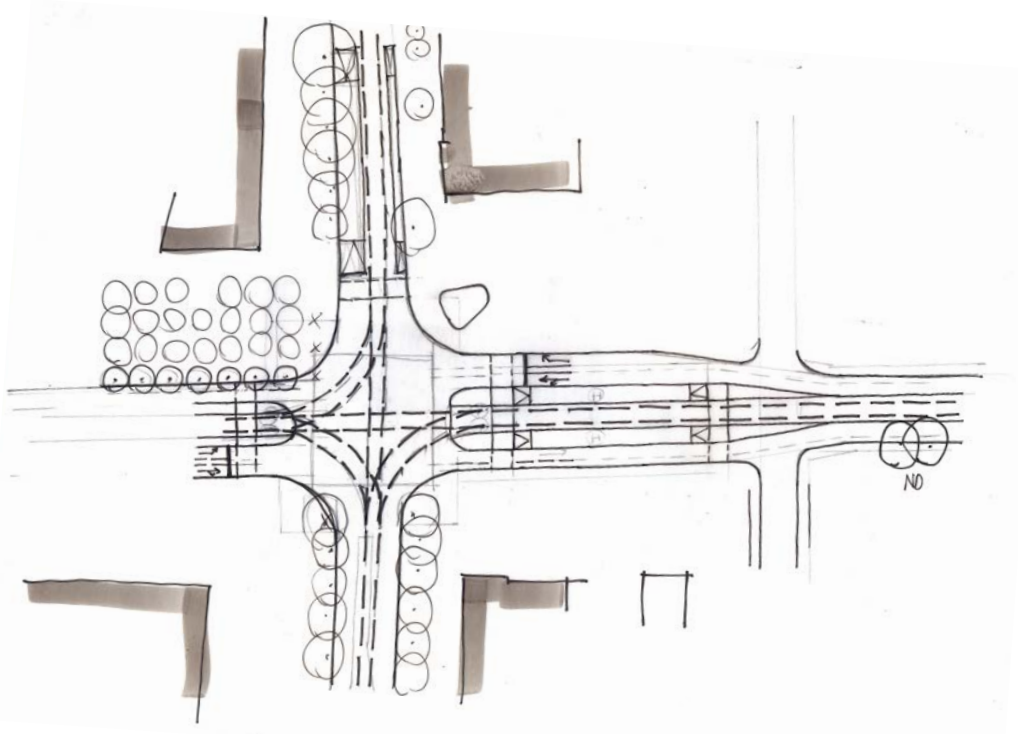
Tram on the side

- one major carriageway reduces size of intersection
- less time for car traffic to clear intersection yields higher capacity of intersection
- fewer lanes, smaller intersections...

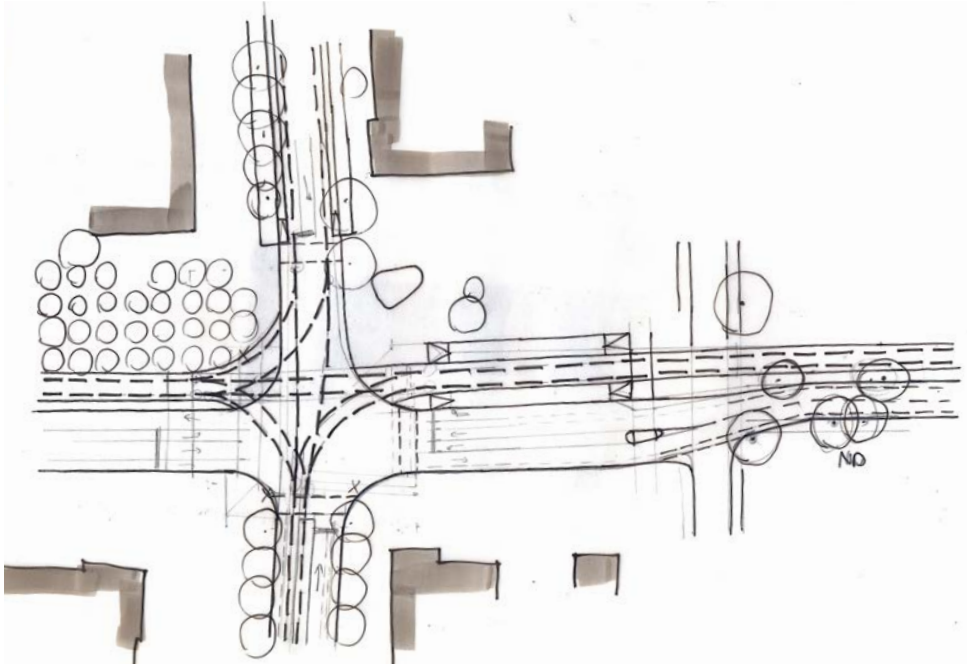
Knotenausbildungen an einem Beispiel



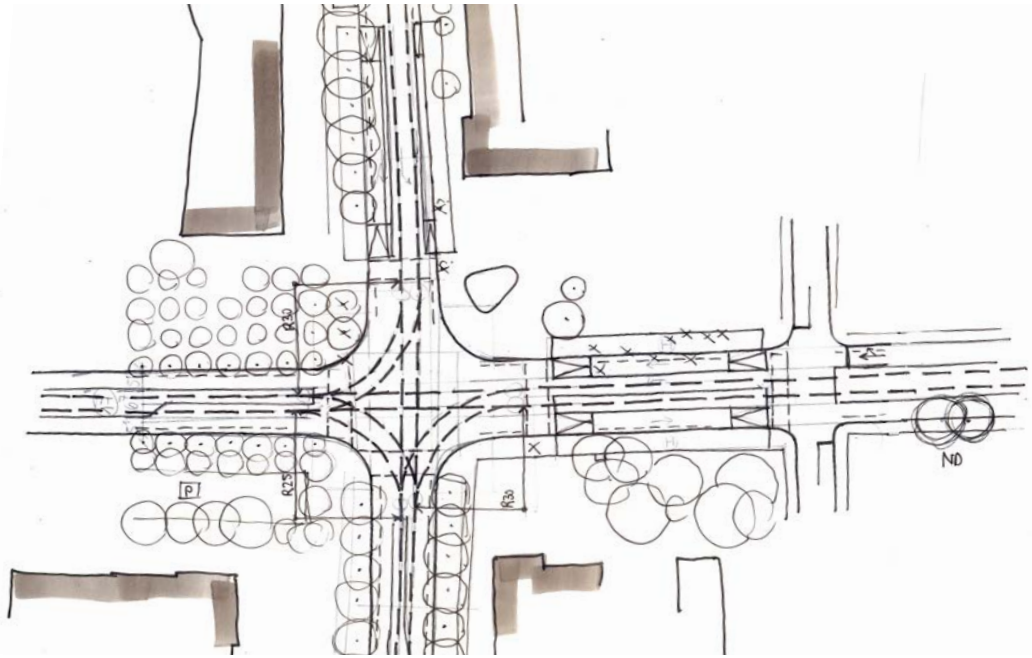
Ansatz 0: Kontrastlösung Verkehrstechnik



Ansatz 2B: Mittellage mit Aufweitungen



Ansatz 1: Seitenlage nördlich



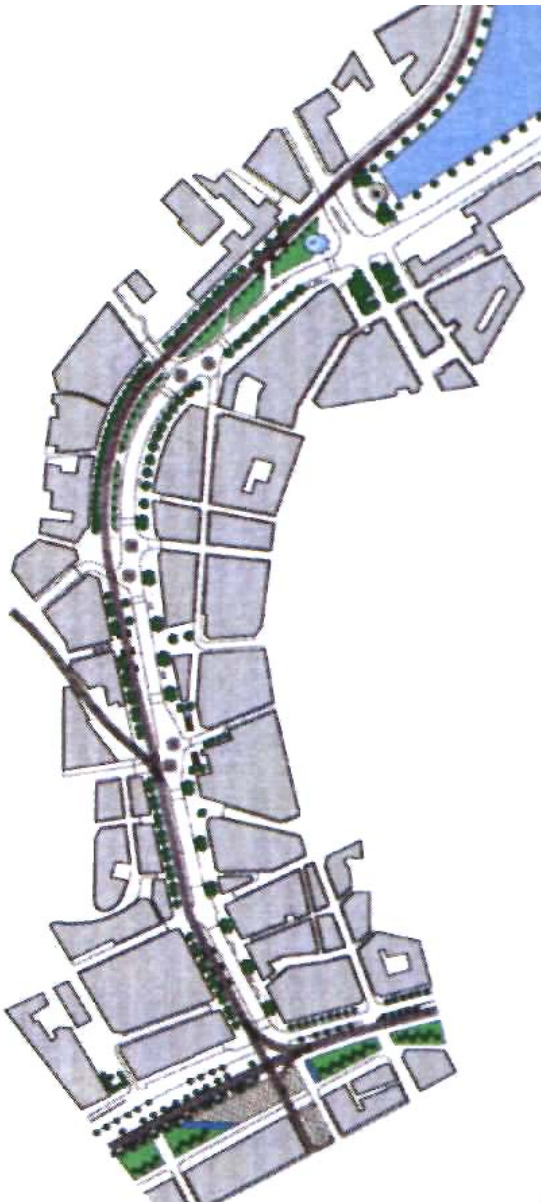
Ansatz 2B: Mittellage ohne Aufweitungen (minimalinvasiv)

Stadtbahn in Nantes

Ein neues Zentrum für Nantes - „la nouvelle centralité“

Umgestaltung des westlichen Stadtrings mit Stadtbahn 2

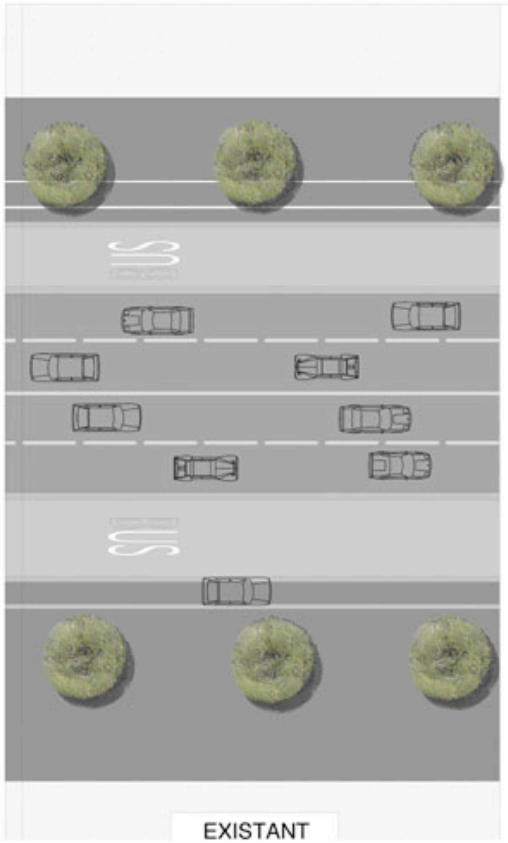
- Zentraler Baustein zur Revitalisierung der Innenstadt
- Überwindung der Barrierewirkung des Stadtrings
- Neue Verknüpfung zwischen City+INRA
- Stadtbahn als „top act“ auf urbanem Podium

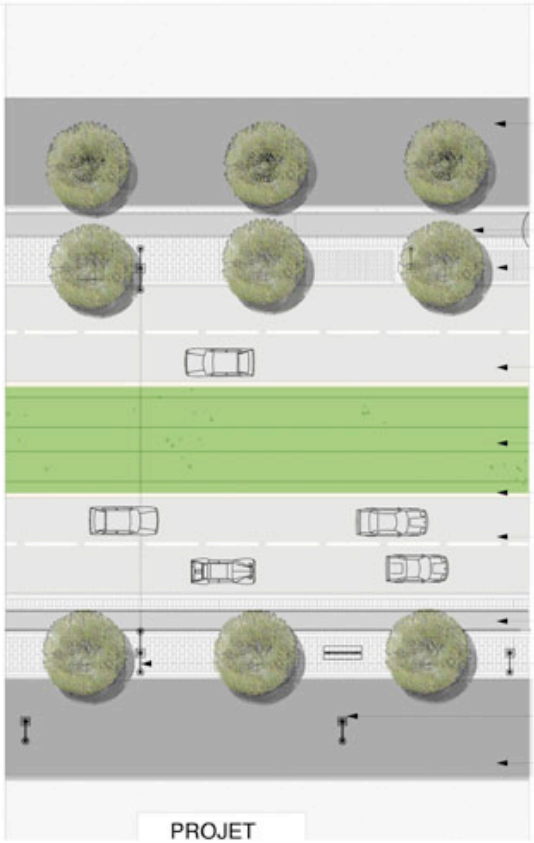


TATTOO

Paris T3

Die Rückeroberung der Boulevards des Marechaux





Komplette Umgestaltung des Boulevards im Süden

- Reduktion der Fahrspuren
- Anlage von Baumreihen und Grünflächen als Rasengleis
- erhebliche Leistungssteigerung des Strassenraums
- Aufwertung der Seitenräume für Fussgänger und Radfahrer

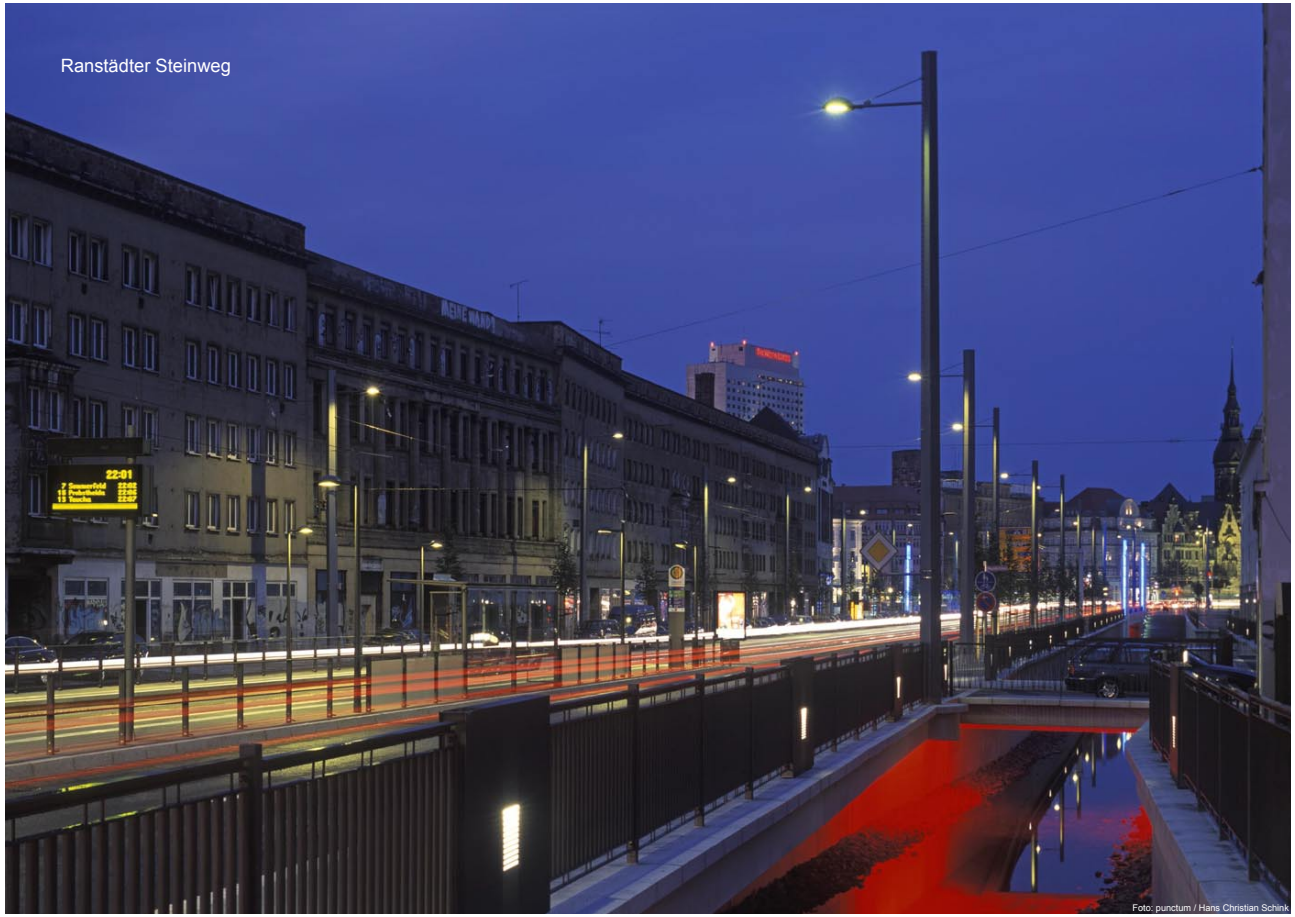
Paris T3 - Blvd des Maréchaux

Paris T3 - Blvd des Maréchaux

Lyon Ligne 4

Besten Dank für die Aufmerksamkeit

Stadtgestaltung mit Stadtbahnen:
Stadtbahnen sind *die* Chance für einen stadtverträglichen Verkehr - und das muss man Ihnen auch ansehen!



S t a d t B a h n G e s t a l t u n g

Dipl.-Ing. Stephan Besier
Goetzstr. 2
DE 04177 LEIPZIG
0041-79-7219664
stadtbahngestaltung@gmx.net