

## Stellungnahme: Die Leistungsfähigkeit von Stuttgart 21 in den relevanten Gutachten bezüglich des VGH-Urteils und der Planfeststellung

*Der Planfeststellungsbeschluss zu Stuttgart 21 (PFB) sowie das Urteil des Verwaltungsgerichtshofs Baden-Württemberg (VGH, siehe „Referenzen“) vom 06.04.2006 stützt sich in der Frage der „ausreichenden und zukunftssicheren Bemessung“ (VGH Rn. 57) des neuen Bahnhofs Stuttgart 21 wesentlich auf die Darstellungen der Gutachter Prof. Gerhard Heimerl, Prof. Wulf Schwanhäuser und Prof. Ullrich Martin (Rn. 58 ff). Die Simulationen und Berechnungen, die eine Leistungsfähigkeit bis zu 51 Zügen in der Spitzenstunde darlegen sollen, weisen Fehler in der Methode und in den verwendeten Parametern auf. Die zugrunde liegenden Betriebsprogramme erfüllen nicht die Anforderungen an den zukünftigen Verkehrsbedarf. Die in diesen Darstellungen zugesagten Leistungsfähigkeiten haben keinen Bestand. Zuletzt sollte der „Stresstest“ zu Stuttgart 21 eine Leistungsfähigkeit von 49 Zügen pro Stunde „nachweisen“. Im Stresstest wurde jedoch vielfach gegen die dieser Untersuchung zugrunde gelegte Richtlinie verstoßen sowie in weiteren Parametern die Praxis nicht realistisch abgebildet. Der Stresstest liefert damit vielmehr den Nachweis, dass die 49 Züge sicher nicht in der geforderten Betriebsqualität erreichbar sind. Eine Abschätzung der vielen notwendigen Korrekturen führt dabei auf eine korrigierte Leistungsfähigkeit des neuen Durchgangsbahnhofs von lediglich rund 32 Zügen pro Stunde bei der geforderten Betriebsqualität. Dieser Wert liegt nahe den Ergebnissen früherer Gutachten zur Leistungsfähigkeit von S21 und verschiedenen Plausibilitätsabschätzungen. 38 Züge pro Stunde liegen demnach an der Grenze zur Überlastung. Schon nach dem heutigen Fahrplan liegt die maximale Leistung des Kopfbahnhofs über diesen Werten bei 38,5 Zügen pro Stunde mit Raum für 2 weitere Sonderzüge. Gutachterlich wurde zuletzt eine Kapazität von mindestens 50 Zügen pro Stunde für den Kopfbahnhof festgestellt. Damit liegt die Leistungsfähigkeit von Stuttgart 21 deutlich unter der des heutigen Kopfbahnhofs, stellt also einen Rückbau von Schieneninfrastruktur dar.*

Dr. Christoph Engelhardt  
Hüterweg 12c  
85748 Garching  
089 3207317

[christoph.engelhardt@wikireal.org](mailto:christoph.engelhardt@wikireal.org)

Garching, 07.06.2012

### Inhalt

<b>1. Gutachten Heimerl .....</b>	<b>2</b>	d) Nicht etablierte Methodik .....	18
a) Ungenügende Betriebsprogramme .....	2	e) Leistungsfähigkeit des Kopfbahnhofs .....	19
b) Zu kurze Haltezeiten .....	7	f) Gutachten mit verbleibendem „Handlungsbedarf“ .....	20
c) Kritische Belegungsgrade .....	8	<b>4. Stresstest 2011 .....</b>	<b>20</b>
<b>2. Gutachten und Stellungnahme Schwanhäuser .....</b>	<b>9</b>	<b>5. Querschnittsthemen .....</b>	<b>26</b>
a) Zu kurze Haltezeiten .....	10	a) Betriebsprogramme .....	26
b) Spitzenfaktoren .....	11	b) Haltezeiten .....	29
c) Hilfsargumentationen .....	12	<b>6. Plausibilisierung .....</b>	<b>32</b>
<b>3. Gutachten Martin 2005 .....</b>	<b>14</b>	<b>7. Fazit .....</b>	<b>35</b>
a) Zu klein gewählter Untersuchungsraum .....	15	<b>Referenzen .....</b>	<b>36</b>
b) Zu kurze Haltezeiten .....	16	<b>Fußnoten .....</b>	<b>37</b>
c) Unrealistische Fahrpläne in der Leistungsuntersuchung .....	18		

Die Methoden, Parameter und Schlüsselaussagen der wesentlichen Studien zur Leistungsfähigkeit von Stuttgart 21 werden einer kritischen Würdigung unterzogen und mit den anerkannten Regeln der Technik verglichen. Dabei fällt eine Vielzahl von Abweichungen etwa von den Vorgaben der einschlägigen Bahn-Richtlinie oder der Anwendung praxisnaher Parameter auf, die durchgehend die vermeintliche Leistungsfähigkeit des neuen Durchgangsbahnhofs überhöhen.

## **1. Gutachten Heimerl**

Prof. Gerhard Heimerl, damals am Verkehrswissenschaftlichen Institut der Universität Stuttgart (VWI), erarbeitete mit Mitarbeitern 1994 und 1997 die Betriebsprogramme (Heimerl 1994 und 1997), die als Basis für die eisenbahnbetriebswissenschaftliche Bewertung durch Prof. Wulf Schwanhäußer von der RWTH Aachen dienten (Schwanhäußer 1994 und 1997). Die erarbeiteten Betriebsprogramme sind unvollständig dokumentiert und erfüllen die Anforderungen des wachsenden Verkehrsbedarfs weder im Volumen noch in der Struktur. Es werden zu kurze Haltezeiten angesetzt und durch ungeeignete Vergleichswerte gerechtfertigt. Heimerl zeigt aber über eine Betrachtung des Belegungsgrads auch, dass spätere Betriebsprogramme mit noch mehr Zügen und längeren Haltezeiten weit über den Erfahrungswerten für eine gute Fahrbarkeit liegen.

### **a) Ungenügende Betriebsprogramme**

Die wesentlichen Eckdaten der Betriebsprogramme, insbesondere die Zugzahlen der maßgeblichen Spitzenstunde, werden nicht transparent im Text der Gutachten angegeben, sondern müssten teilweise aus den Daten verschiedener Dokumente rekonstruiert werden. Nach Ermittlung dieser Eckdaten zeigt sich, dass in dem für die Planung maßgeblichen Szenario A von 1997 weniger Züge fahren als noch 1996 nach dem Fahrplan im bestehenden Kopfbahnhof. Auch gemessen an Ankünften und Abfahrten kann der erwartete Verkehrszuwachs nicht befriedigt werden kann. Das Zukunftsszenario E „erhöhtes Angebot“, das nur bei Realisierung der sogenannten „P-Option“ (viergleisiger Ausbau des Pragtunnels, der nicht in der aktuellen Bauplanung unterstellt ist) gefahren werden kann (Schwanhäußer 1997 S. 58), erzeugt einen vollkommen unrealen Verkehrszuwachs, indem die Nebenverkehrszeit fast bis zum Niveau der Hauptverkehrszeit mit Zügen aufgefüllt wird und die in Stuttgart vom Bedarf vorgegebenen Abstellfahrten praktisch abgeschafft werden, also Züge gegen den Bedarf durchgebunden werden. Die 40 Züge in der Spitze des Szenarios E werden dennoch schon heute im Ist vom Kopfbahnhof übertroffen. Siehe Tabelle 1 und den eigenen Abschnitt zu den Betriebsprogrammen ab Seite 26.

**Züge oder „Ankünfte und Abfahrten“?** Die Differenzierung zwischen diesen beiden Leistungskenngößen wurde im Projekt Stuttgart 21 wiederholt vernachlässigt. Für den Kapazitätsverbrauch sind vor allem die Züge entscheidend. Für das Beförderungsangebot an die Reisenden sind die im Fahrplan angebotenen Ankünfte und Abfahrten entscheidend. Den Unterschied zwischen beiden Größen machen die endenden und beginnenden Züge aus, die anders als durchgebundene Züge jeweils nur eine Ankunft oder Abfahrt im Fahrplan liefern und eine (Leer-)Fahrt

in oder aus dem Abstellbahnhof benötigen.<sup>1</sup> Bei ausschließlich durchgebundenen Zügen kann die höchste Zahl an Ankünften und Abfahrten erzielt werden, genau das Doppelte der Zugzahl. Bei der Zählung der Züge ist zu beachten, dass ein Zug nur zur Hälfte gezählt wird, dessen eine Ankunft oder Abfahrt außerhalb der Stundengrenze liegt. Es gilt der Zusammenhang:

$$\text{Züge} = (\text{Ankünfte} + \text{Abfahrten} + \text{Abstellfahrten}) / 2$$

**Züge in der Spitzenstunde entscheidend.** Im Planfeststellungsbeschluss wird klargestellt:

*„Für die Bemessung der Infrastruktur“ ist die „Belastung“ in den „Spitzenstunden“ „maßgeblich.“ (PFB S. 150)*

Angesichts dessen erstaunt, dass genau die hierfür entscheidende Größe, die Zahl der Züge in der Spitzenstunde in sämtlichen frühen Gutachten nicht im Textteil genannt werden.

**Hohe Morgenspitze nicht berücksichtigt.** Es wird in den Arbeiten von Heimerl sowohl 1994 als auch 1997 durchgehend die nachmittägliche Hauptverkehrszeit betrachtet, mit der Begründung:

*„Im Gegensatz zur morgendlichen Hauptverkehrszeit (HVZ) finden in der nachmittäglichen HVZ sowohl im Regional-, Nah- und S-Bahnverkehr als auch im Fernverkehr planmäßig die meisten Fahrten statt, so daß in dieser Zeit mit der höchsten Belastung im Bahnhof zu rechnen ist.“ (Heimerl 1994 S. 32)*

Dies ist nicht zutreffend, wie der Blick auf den Verlauf der Lastkurve des Stuttgarter Hauptbahnhofs in der Praxis zeigt (Abb. 1, S. 6). 1996 fuhren in der morgendlichen Hauptverkehrszeit 37,5 Züge von 6:40 bis 7:40 Uhr und 31,5 Züge nachmittags von 15:40 bis 16:40 Uhr. Die Nachmittagsspitze ist zwar zusätzlich durch die über den Tag aufgelaufenen Verspätungen belastet, die Morgenspitze kann aber durch die reine Zugzahl den Bahnhof an die Kapazitätsgrenze bringen. Die Züge sind hier der geeignete Vergleichsmaßstab, weil sie sämtliche „Fahrten“, d.h. sowohl Ankünfte, Abfahrten als auch Abstellfahrten enthalten.

**Betriebsprogramm 2010.** Für das Betriebsprogramm zur Machbarkeitsstudie 1994 wird die nachmittägliche Hauptverkehrszeit betrachtet (Heimerl 1994 S. 14), ohne dass die entsprechende Zahl der Züge pro Stunde angegeben wird. Diese ist auch nicht indirekt ermittelbar. Lediglich die Zahl der täglichen Abfahrten lässt sich abzählen (Heimerl 1994 Anlage 3B). Dass ein Gutachten seinen wesentlichen Gegenstand derart verbirgt, erstaunt und erscheint unwissenschaftlich.

Erst aus dem von Schwanhäuser angegebenen mittleren Ankunftsabstand von 1,74 Min. (Schwanhäuser 1994 S. 6) lässt sich eine Zahl von 34,5 Zügen in der Spitzenstunde zurückrechnen. Im Klartext wird diese Zugzahl erst 11 Jahre später von Martin, offenbar aufgerundet, mit 35 Zügen pro Stunde angegeben (Martin S. 22, 38). Auch lässt sich erst mit den von Martin gegebenen Daten ermitteln, dass in dem Betriebsprogramm der Anteil der Abstellfahrten auf nur noch 4 %, einen Bruchteil des heutigen und zukünftig erwarteten Bedarfs, herabgesetzt wurde (siehe auch S. 26). Diese vollkommen bedarfsfremde Annahme überhöht die vermeintliche Leistungsfähigkeit in Ankünften und Abfahrten deutlich.

Fahrpläne S21, Züge pro Stunde (Heimerl 1997)	Szenario A		Szenario E	
	HVZ	Nebenverk.	HVZ	Nebenverk.
Nord-Süd (gerade Stunde)	16 / +3 <sup>†</sup> (S. 42)	– fehlt in Heimerl 1997 (!?) – rückgerechnet aus Mittelwert 25,5 von Schwanh. 1997 ergeben sich:	19,5 / +1 <sup>†</sup> (S. 28)	17,5* / +3 <sup>†</sup> (S. 32)
Süd-Nord (gerade Stunde)	16 / -2 <sup>†</sup> (S. 44)		20,5 / -1 <sup>†</sup> (S. 30)	18,5 / -2 <sup>†</sup> (S. 34)
<b>Gerade Stunde</b>	<b>32</b>		<b>40</b>	<b>36*</b>
Nord-Süd (unger. Stunde)	16 / +2 <sup>†</sup> (S. 43)		20,5 / +1 <sup>†</sup> (S. 29)	19,5 / +3 <sup>†</sup> (S. 33)
Süd-Nord (unger. Stunde)	16 / -3 <sup>†</sup> (S. 45)		19,5 / -1 <sup>†</sup> (S. 31)	17,5* / -3 <sup>†</sup> (S. 35)
<b>Ungerade Stunde</b>	<b>32</b>		<b>19</b>	<b>37*</b>
<b>Vgl. Fahrplan Kopfbahnhof</b>	<b>1996: 37,5</b>	<b>1996: 21</b>	<b>2011: 38,5 (+2)</b>	<b>2011: 23</b>
<b>Mittelwert 14-18 Uhr (Szenarien A und E)</b>	<b>25,5</b> (Schwanhäußer 1997 S. 45, 49, VGH Rn. 59)		<b>38,75</b> (Schwanh. 1997 S. 45, inklusive einem Schnellgüterzug)	
<b>Spitzenstunde / Nebenverkehrszeit</b>	<b>32 / 19 = 1,7</b>		<b>40 / 36,5</b> (nur Personenverkehr) = 1,1	

**Tabelle 1:** Zählung der Züge im Personenverkehr im Fahrplan von Prof. Heimerl 1997. Die Zugzahlen der Szenarien werden schon vom Ist in den Fahrplänen der Jahre 1996 und 2011 erreicht bzw. übertroffen. <sup>†</sup> Anzahl der Züge mit einer Fahrt von (-) / zur (+) Abstellanlage, \* plus eine zusätzliche Schnellgüterzugtrasse (in der Summe nicht enthalten)

**Ergänzende betriebliche Untersuchungen 1997.** In den „Ergänzenden betrieblichen Untersuchungen“ wird das „Betriebsprogramm 2010 + x“ auf zwei Fahrpläne abgebildet (Heimerl 1997). „Szenario A“ oder auch der „A-Fall“ gibt die Planung von Stuttgart 21 wieder. Ein zweites „Szenario E“ für ein „erhöhtes Angebot“ gibt einen Fahrplan in fernerer Zukunft wieder. Voraussetzung für „Szenario E“ ist die Realisierung der sogenannten „P-Option“, d.h. des viergleisigen Ausbaus des Pragtunnels (Schwanhäußer 1997 S. 58). In der Arbeit von Heimerl von 1997 werden die wichtigsten Parameter der Betriebsprogramme abermals nicht ausdrücklich genannt. Die Züge müssen in Graphen abgezählt werden. Der Fahrplan der Nebenverkehrszeit des für Stuttgart 21 wesentlichen Szenarios A, das die tatsächliche Planung wiedergeben soll, wird jedoch nicht angegeben. Diese intransparente Darstellung erstaunt. Das Ergebnis wird in Tabelle 1 wiedergegeben. Ankünfte und Abfahrten sowie weitere Vergleichsdaten finden sich in Tabelle 2 auf S. 27.

Wiederum erst durch den Vergleich mit der entsprechenden Schwanhäußer-Arbeit lässt sich die Zugzahl in den Stunden der Nebenverkehrszeit des Szenarios A ermitteln. Schwanhäußer gibt als Mittelwert von zwei Stunden Nebenverkehrszeit und zwei Stunden Hauptverkehrszeit (14-18 Uhr) eine Zahl von 25,5 Zügen an (Schwanhäußer 1997 S. 45). Hieraus ergibt sich, dass pro Stunde der Nebenverkehrszeit 19 Züge fahren (Tabelle 1).

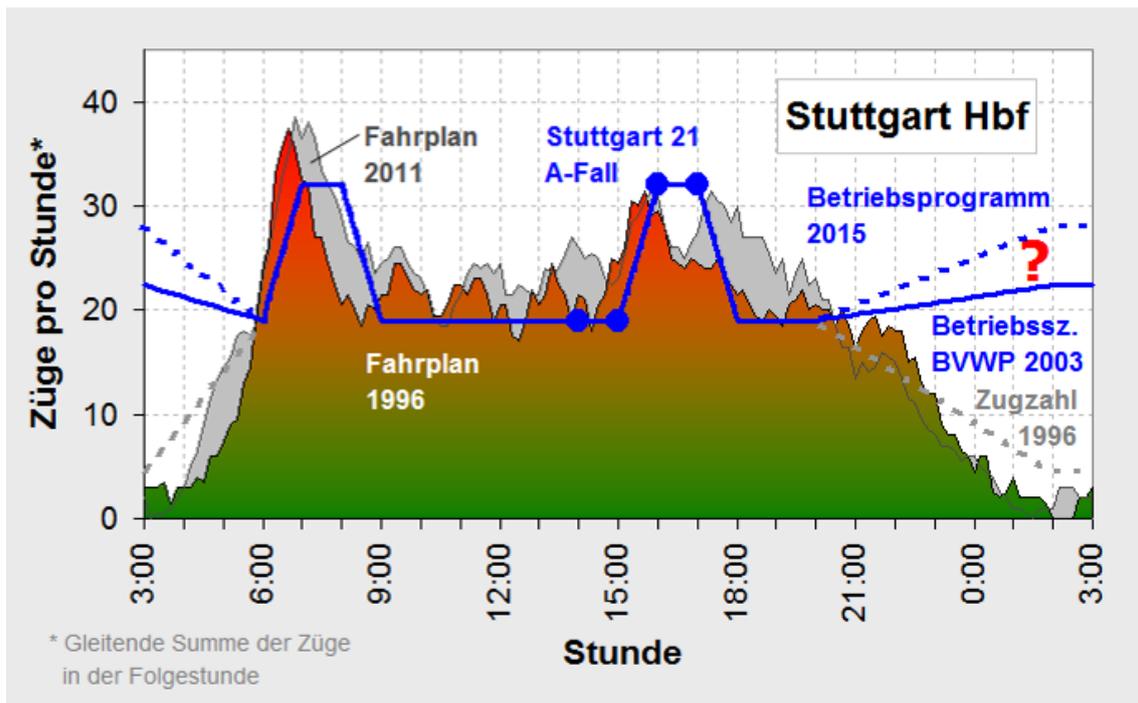
Der wichtige Anteil der Abstellfahrten lässt sich für die Nebenverkehrszeit des Szenarios A nicht ermitteln. In der Hauptverkehrszeit beträgt er lediglich 8 %, ebenso wie in der Nebenverkehrszeit des Szenarios E. In diesem Szenario „erhöhtes Angebot“, das die „Zukunftsfähigkeit“ von Stuttgart 21 ausloten soll (Heimerl 1997 S. 6), findet schließlich in der Hauptverkehrszeit nur noch eine Abstellfahrt pro Stunde statt, die einen Fernverkehrszug von bzw. nach Köln betrifft (Heimerl 1997 S. 29, 31). Das heißt, der hohe Bedarf an Abstellfahrten in der Hauptverkehrszeit für beginnende oder endende Pendlerzüge wird in diesem Szenario vollkommen ausgeblendet. Aber auch die anderen Werte sind sicher bei weitem nicht bedarfsgerecht, verglichen mit dem Ist (2011) mit einem Anteil am Tag von 26 % oder mit dem zuletzt gültigen Betriebsszenario BVWP 2003 mit 19 % (Tab. 2, S. 27).

Der Vergleich mit den Fahrplänen von 1996 und 2011 zeigt, dass in den Spitzenstunden der Szenarien A und E für Stuttgart 21 keine Steigerung der Verkehrsleistung gegenüber dem Ist im Kopfbahnhof abgebildet ist, gemessen in Zügen (siehe auch nächster Abschnitt). Zum Abgleich der Datenkonsistenz bzw. Basis der Daten-Rekonstruktion werden auch die Mittelwerte der Zugzahlen in den Stunden von 14 bis 18 Uhr angegeben.

Das Verhältnis des Verkehrs der Spitzenstunde mit dem der Nebenverkehrszeit liegt typisch für Stuttgart sowohl im Fahrplan 1996 als auch in 2011 bei 1,7. Dieser Wert wird auch in Szenario A erreicht. In Szenario E hingegen ist die Nebenverkehrszeit überproportional mit Zügen aufgefüllt, so dass sich nur noch ein Verhältnis von 1,1 ergibt. Dies übertreibt die vermeintliche Verkehrsleistung entgegen jedem realistischen Bedarf.

Die Tageszugzahl lässt sich aus der Arbeit von Heimerl von 1997 nicht ermitteln. Nicht einmal dem zugrunde liegenden Mengengerüst<sup>2</sup> des „Betriebsprogramms 2010 + x“ ist diese Zahl entnehmbar. Eine Tageszugzahl wird erst vier Jahre später für die Fortentwicklung dieses Betriebsprogramms, das „Betriebsszenario 2015“, gefunden (PFA 1.1 Erl. S. 30 ff). In der nächsten Stufe, dem „Betriebsszenario BVWP 2003“ ergaben sich Anpassungen nur in den Tagesrandzeiten (PFB S. 150). Eine Gegenüberstellung der Eckdaten zu den Betriebsprogrammen von Stuttgart 21 und Vergleichsfahrplänen des bestehenden Kopfbahnhofs findet sich in Tabelle 2 auf S. 27.

**Ungenügende Betriebsprogramme.** Zur Illustration des Lastverlaufs in der Praxis wird in Abb. 1 die sogenannte Tagesgangkurve für Stuttgart Hbf nach den Fahrplänen von 2011 und 1996 wiedergegeben. Die Spitzenstunde lag in Stuttgart historisch viele Jahre lang am Nachmittag von 17 bis 18 Uhr. Aktuell und auch schon 1996 erscheint am Morgen eine steile Spitze. Die maximale Stundenbelastung wird 2011 mit 38,5 Zügen von 6:50 bis 7:50 Uhr erreicht. Die Darstellung in 10 Minuten-Schritten macht deutlich, wie abrupt sich die Bahnhofsbelastung mit der Zeit ändern kann und dass sich die Spitzenbelastung nicht an runde Uhrzeiten hält. 1996 erscheint die Morgenspitze zwischen 6:40 und 7:40 Uhr mit damals schon 37,5 Zügen.



**Abb. 1:** Tagesgangkurve (Lastkurve) in 10 Min.-Schritten für Stuttgart Hauptbahnhof im Vergleich für 1996 und 2011 (Auswertung C. Engelhardt). Die Zugzahlen zur Simulation des Betriebsszenarios BVWP 2003 für die S21-Planung („A-Fall“) liegen unter denen des Fahrplans 1996, sowohl im Vergleich mit der Morgenspitze als auch während der Nebenverkehrszeit. Damit die Züge des Ganztagsprogramms untergebracht werden, müssten nachts mehr Züge fahren als am Tag.

Dagegen ist das Verkehrsangebot in Szenario A mit lediglich 32 Zügen in den Stunden der Hauptverkehrszeit jedenfalls keine „wesentliche Erhöhung des Angebotes an Zügen gegenüber dem Istzustand“ (Schwanhäußler 1997 S. 49). Selbst die Nebenverkehrszeit des Szenarios A liegt mit 19 Zügen unter den gut 21 Zügen, die 1996 vom Kopfbahnhof in der Nebenverkehrszeit abgefertigt worden waren (vgl. Tabelle 2 auf S. 27). Die 25,5 Züge pro Stunde für die Zeit von 14 bis 18 Uhr des Szenarios A werden von der Realität des Jahres 1996 im Kopfbahnhof mit 23,4 Zügen pro Stunde nahezu eingestellt.

Im Szenario E, dem Fall „erhöhtes Angebot“, werden die 40 Züge pro Stunde in der Hauptverkehrszeit von dem Fahrplan 2011 schon erreicht: Zu den 38,5 Zügen in der Spitzenstunde von 6:50 bis 7:50 Uhr kommen noch 2 mögliche Sonderzüge, für die in Stunde 7 Spielraum ist (Vierregg-Rössler 2011). Damit wird die in Szenario E im Fall des Ausbaus mit der P-Option zugesagte Leistungssteigerung in „ferner Zukunft“, die 2005 dann für die „nächsten fünfzig Jahre“ hinreichen sollte (VGH Rn. 59), schon heute vom Kopfbahnhof übertroffen.

Schon das Szenario A erreicht nicht annähernd das in Ankünften und Abfahrten prognostizierte Wachstum (s.o.). Wird der mögliche Vorteil des Betriebsprogramms im Durchgangsbahnhof gegenüber dem des Kopfbahnhofs durch eine etwas geringere Anzahl von Abstellfahrten von rund 9 % (siehe S. 28) eingerechnet, wären bezogen auf den aktuellen Verkehrsbedarf von 37

Zügen von 7 bis 8 Uhr rund 51 Züge pro Stunde für den zukünftigen Hauptbahnhof zu fordern, um eine Steigerung des Verkehrsangebots um 50 % (Fin.vertr. Anl. 3.2a) zu erreichen. Hiervon sind sowohl Szenario A als auch E weit entfernt.

**Nachts mehr Züge als tagsüber?** Dem Verwaltungsgerichtshof war 2006 von sachverständiger Seite bestätigt worden, dass die „Beurteilung des Planfeststellungsbeschlusses, der achtgleisige Durchgangsbahnhof sei ausreichend und zukunftssicher bemessen, weil der Verkehr gemäß dem Betriebsszenario 2003 (mit dem Prognosehorizont 2015) dort mit einer guten bis sehr guten Betriebsqualität abgewickelt werden könne“ (VGH Rn. 57).

Die „gute bis sehr gute Betriebsqualität“ soll durch die Untersuchung des Betriebsszenarios A durch Prof. Schwanhäußer nachgewiesen worden sein. Dieses Ergebnis erschien dem VGH „nachvollziehbar“, da danach „nur durchschnittlich 25,5 Gleisbelegungen je Stunde der Hauptverkehrszeit (14-18 Uhr)“ zu erwarten seien. Im Vergleich dazu „reiche“ der achtgleisige Durchgangsbahnhof für „32 bis 35 Gleisbelegungen pro Stunde“ aus. Selbst nach Maßgabe des Szenarios E erwartete der Gutachter eine „noch gute“ Betriebsqualität (VGH Rn. 59).

Es wurde weiter oben dargestellt, dass die Szenarien A und E aufgrund der beschriebenen gravierenden Unzulänglichkeiten keine belastbare Kapazitätsaussage zulassen. Darüber hinaus erfüllen die Szenarien nicht die Anforderungen aus einem wachsenden Verkehrsbedarf. Sofern jedoch Szenario A die Betriebsqualität des Betriebsszenarios 2003 bescheinigen soll, müsste angenommen werden, dass zukünftig nachts mehr Züge fahren als tagsüber. Ein derart überproportional im Tagesprogramm entlastetes Betriebsprogramm kann nicht die Basis für die Ermittlung der Betriebsqualität der geplanten Infrastruktur sein.

Darüber hinaus sind die 32 bis 35 Züge, mit denen im VGH-Urteil die 25,5 Züge im Mittelwert des Untersuchungszeitraums sachverständigerseits verglichen wurden, nicht als Mittelwerte zu verstehen, da Leistungsgrenzen auch nicht als Mittelwerte angegeben werden können, sondern die Spitzenleistung betreffen (s.o.). Hierzu kurz ein Gegenbeispiel: Ein (konstruiertes) Betriebsprogramm aus 64 Zügen in einer Stunde und 0 Zügen in der anderen hätte einen Mittelwert von 32 Zügen, wäre aber sicherlich nicht mehr fahrbar. Die Leistungsgrenze von 32 bis 35 Zügen betrifft also die Spitzenstunde und wird von den 32 Zügen in der Hauptverkehrszeit des Szenarios A schon erreicht. Es erscheint nicht nachvollziehbar, dass so nahe an der Kapazitätsgrenze die „gute bis sehr gute Betriebsqualität“ erreicht werden soll.

## **b) Zu kurze Haltezeiten**

In den von ihm erarbeiteten Betriebsprogrammen hatte Heimerl sowohl 1994 als auch 1997 extrem niedrige Haltezeiten von 2 Min. angenommen (Heimerl 1994 S. 14, 36, Schwanhäußer 1994 S. 14, Heimerl 1997 S. 3-6, Schwanhäußer 1997 S. 66, 3). Während in 1994 noch eine Abfertigungszeit von 0,2 Min. berücksichtigt wurde, entfiel auch dieser Anteil im Betriebsprogramm von 1997. Siehe hierzu den Abschnitt „Haltezeiten“ ab S. 28, sowie Abbildung 4 auf S. 17.

Diese Haltezeiten sind für einen großen Knotenbahnhof mit hohem Ziel- und Quellverkehr weit- aus nicht ausreichend. Auch Schwanhäußer kritisierte die Haltezeiten und machte eine Erhöhung auf 3 Min. zur Voraussetzung einer „zukunftsicheren Bemessung“ (Schwanhäußer 1994 S. 14 f). Die Haltezeiten haben eine ausgesprochen große Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit, insbe- sondere bei Durchgangsbahnhöfen (siehe die weiteren Darstellungen dazu ab S. 28).

Heimerls Untersuchung zur Rechtfertigung der niedrigen Haltezeiten im Fernverkehr (Heimerl 1997 3 ff) unterliegt einem Fehler in der Auswertung. Weder aus der Analyse der durchschnittli- chen Haltezeiten noch aus der Betrachtung der kürzesten Haltezeiten sind Richtwerte für Stutt- gart ableitbar. Aufgrund des besonders hohen Fahrgastwechsels in Stuttgart müssten die läng- sten Haltezeiten ausgewertet werden. Dies ist jedoch auch nicht zielführend, da diese Haltezeiten zur Sicherung von Anschlüssen oder anderen Gründen erhöht sein könnten. Die kürzesten Hal- tezeiten, wie sie an den besonders gering frequentierten Haltestellen einer IC-Linie, wie etwa Göttingen, gefunden werden, sind sicherlich genau das falsche Haltezeitmaß für Stuttgart.

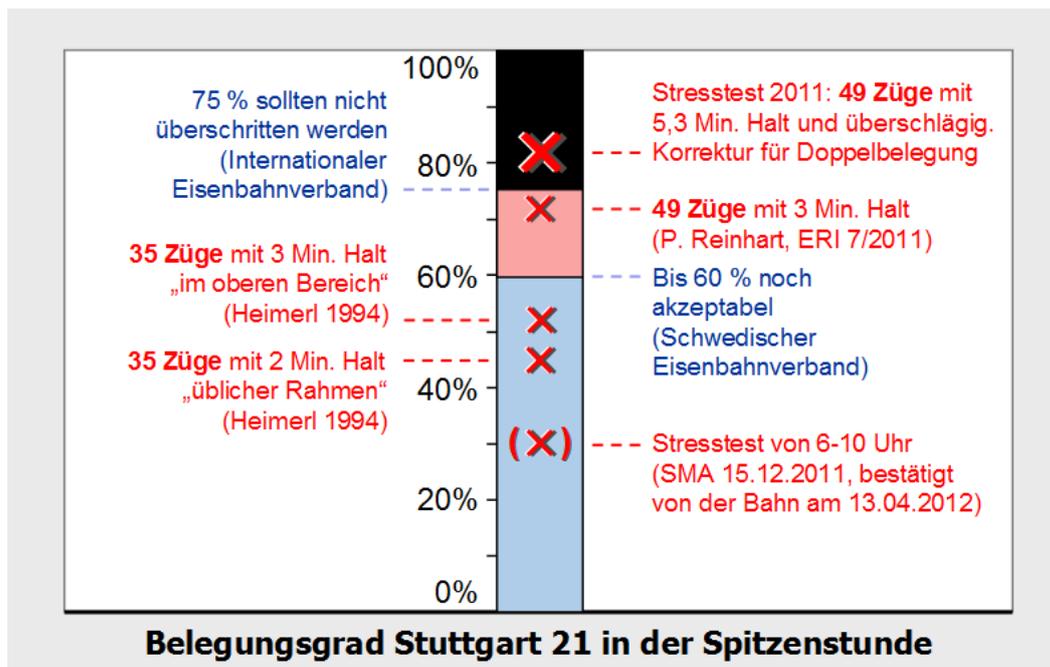
Für Stuttgart sind als Vergleich allenfalls andere Knoten-Bahnhöfe mit ähnlich hohem Fahrgast- wechsel geeignet. Für diese Arbeit wurden Köln und Hannover gewählt. Hier werden als kleinste Haltezeit Haltezeit im Fernverkehr 3 Minuten gefunden (in Hannover gibt es einen Zug mit 2 Minuten Haltezeit) und mittlere Haltezeiten von 3,9 bis 5,6 Minuten. Im Nahverkehr liegt Hanno- ver sogar bei 4 Minuten kürzester Haltezeit und Köln bei 3 Minuten, die mittleren Haltezeiten liegen bei 3,6 und 5,5 Minuten. Diese Werte sind für Stuttgart deutlich besser vergleichbar als die am kleinsten Halt einer IC-Linie gefundene Haltezeit. Siehe Tabelle 4 auf S. 31 sowie Abbildung 4 auf S. 17.

### **c) Kritische Belegungsgrade**

Prof. Heimerl liefert 1994 als Teil der betrieblichen Untersuchung eine Auswertung der Bele- gungsgrade (Heimerl 1994 S. 36). Für den Fahrplan mit 35 Zügen in der Stunde und 2 Min. Haltezeit wird ein durchschnittlicher Belegungsgrad aller Bahnsteiggleise von 45 % festgestellt. Sobald 3 Min. Haltezeit gewählt werden (es ergeben sich dann rechnerisch 52 % Belegungsgrad) erreichen die Belegungszeiten Werte „im oberen Bereich einer üblichen Bahnsteiganlage“.

Diese Betrachtung ist von besonderem Belang für die späteren noch weiter erhöhten Betriebs- programme von Stuttgart 21. So beträgt im Stresstest bei 49 Zügen pro Stunde die mittlere Hal- tezeit 5,3 Min. (Doku. S. 26). Bemerkenswerterweise wurden die Belegungsgrade im Stresstest nicht mehr geprüft. Peter Reinhart hatte für den Stresstest unter der Annahme von 3 Min. Halte- zeit einen Belegungsgrad von 72 % errechnet.<sup>3</sup> Nach dem Internationalen Eisenbahnverband dürfen im Interesse eines stabilen Betriebs 75 % Belegungsgrad nicht überschritten werden.<sup>4</sup> In Schweden beginnt bei 60 % der „problematische Bereich“.<sup>5</sup>

Die mit der mittleren Haltezeit des Stresstests von 5,3 Min. aktualisierte Rechnung von Reinhart, die im Übrigen ganz der Lehre folgt (Pachl S. 142), ergibt einen absolut unfahrbaren Belegungs- grad von 95 %. Eine sehr großzügige Korrektur für die Doppelbelegungen in dem Betriebspro-



**Abb. 2:** Vergleich der Belegungsgrade für die Bahnsteiggleisanlage von Stuttgart 21. Die Belegungsgrade erreichten schon 1994 mit 35 Zügen pro Stunde bei Annahme der realistischeren Haltezeit von 3 Min. den „oberen Bereich“ laut Heimerl. In Relation zu dieser Einstufung erscheinen 49 Züge bei 5,3 Minuten Haltezeit schwer darstellbar und jenseits der Erfahrungswerte.

gramm, indem jeder als Zweitbelegung haltende Zug nur zur Hälfte berücksichtigt wird, liefert einen Belegungsgrad von 82 %. Eine zwischenzeitliche Berechnung eines Belegungsgrades von 30 % durch SMA,<sup>6</sup> die in ihrer „Größenordnung“ durch die Deutsche Bahn AG bestätigt wird,<sup>7</sup> ist hingegen nicht nachvollziehbar. Es soll angemerkt werden, dass Doppelbelegungen keine virtuelle Verdopplung der Bahnsteiggleise bewirken, sie belasten des Gleisvorfeld voll, erzwingen sehr niedrige Einfahrtgeschwindigkeiten und schränken die Flexibilität im Bahnhof stark ein. Sie sind in der Regel ein Zeichen für einen Bahnhof in Überlastbetrieb und sind insbesondere bei Verspätungen betrieblich herausfordernd, sie werden – so möglich – vermieden.

Anknüpfend an die Betrachtung des Belegungsgrades durch Heimerl muss das Betriebsprogramm des Stresstests mit 49 Zügen und 5,3 Min. mittlerer Haltezeit auf 8 Bahnsteiggleisen als betrieblich nicht umsetzbar angesehen werden.

## 2. Gutachten und Stellungnahme Schwanhäüßer

Prof. Schwanhäüßer untersuchte 1994 und 1997 die von Prof. Heimerl vorgegebenen Betriebsprogramme. Diese Betriebsprogramme sind erstens nicht bedarfsgerecht und weisen nur aufgrund fehlender Abstellfahrten sowie unzulässig aufgefüllter Nebenverkehrszeiten merkliche (aber dennoch nicht hinreichende) Zuwächse in der Verkehrsleistung auf, wie zuvor gezeigt. Insbesondere jedoch wegen der unrealistisch kurz angesetzten Haltezeiten wird die von

Schwanhäußer auf dieser Basis festgestellte Leistungsfähigkeit deutlich überhöht. In einem zweiten Schritt stellte Schwanhäußer in seiner Stellungnahme von 2003 noch höhere Zugzahlen in Aussicht. Der von Schwanhäußer vorgenommene Ansatz von „Spitzenfaktoren“ auf eine Simulation, die die Hauptverkehrszeit explizit im Fahrplan abbildet, ist methodisch nicht zulässig. Schwanhäußer fügt weitere Hilfsargumente an, um eine höhere Kapazität als von ihm in 1997 begutachtet zu plausibilisieren. Hier ist etwa die überschlägige Kapazitätsbetrachtung fehlerhaft und die besprochenen vermeintlichen Vorteile des Ringverkehrs sind nicht belegt sondern vielmehr zu bezweifeln.

### **a) Zu kurze Haltezeiten**

Schwanhäußer übernimmt die Betriebsprogramme von Heimerl ohne eine tiefe bzw. kritische Diskussion. Die anfänglich deutliche Kritik Schwanhäußers an den Haltezeiten wird später mit wenig überzeugenden Formulierungen relativiert. Tatsächlich sind Haltezeiten von 2 Minuten für Stuttgart Hauptbahnhof nicht akzeptabel, selbst 3 Minuten mittlere Haltezeit scheinen für Stuttgart knapp bemessen, siehe Abschnitt „Haltezeiten“, S. 29. Schon dieser Wert führt zu einer Reduktion der Leistungsfähigkeit im Szenario E von 39 Zügen auf rund 33 Züge pro Stunde.

**Schwanhäußer fordert 3 Min.** Schwanhäußer äußert sich unmissverständlich kritisch zu einer nicht ausreichenden Fahrgastwechselzeit von 2 Minuten (Schwanhäußer 1994 S. 14 f):

*„Die mittlere Mindest-Haltezeit für den Fahrgastwechsel von 2,0 min zuzüglich von 0,2 min bis zur Anfahrt des Zuges ist für einen Bahnhof dieser Größe mit starkem Fahrgastwechsel sehr knapp bemessen. Daher wird für die folgende Sensitivitätsrechnung die mittlere Mindesthaltezeit auf 3,0 Min. erhöht. In diesem Fall reichen 4 Bahnsteiggleise je Richtung nicht mehr aus.“*

Schwanhäußers spätere Distanzierung vor dem VGH von dieser Position überzeugt nicht (VGH Rn. 61). Wenn es heißt, er habe angegeben, er hätte nur aufzeigen wollen, *„unter welchen Voraussetzungen [...] ein achtgleisiger Durchgangsbahnhof an seine Grenzen stoße“*, so ist das in keinem Wort seinem damaligen Gutachten zu entnehmen. Vielmehr zeigt nicht nur seine vorige sorgfältige Begründung die Ernsthaftigkeit seines Anliegens, sondern auch die Überschrift des entsprechenden Kapitels *„Versuch einer zukunftssicheren Bemessung“*, sowie die folgenden Passagen (Schwanhäußer 1994 S. 14 ff):

*„Eine zukunftssichere Bemessung der Bahnsteiggleisanlage sollte auch bei Vollausslastung der anschließenden Strecken noch eine besser als mangelhafte Betriebsqualität aufweisen.“*

*„Für eine zukunftssichere Bemessung sollten daher 5 Bahnsteiggleise je Richtung vorgesehen werden.“*

**Nur noch maximal 33 Züge.** Bei der vorsichtigen Erhöhung der Haltezeit von 2 auf 3 Minuten, wie von Heimerl und Schwanhäußer selbst diskutiert, erhöht sich die zuvor bei Heimerl diskutierte Belegung des Systems um 1 Minute pro Zug, bei bisher rund 6 Min. mittlerer Belegungszeit steigt

die Belegung damit um 17 %. Bei gleicher Betriebsqualität sind damit um diesen Faktor weniger Züge möglich, d.h. im Szenario E sind statt den von Schwanhäußer angegebenen 39 Zügen pro Stunde nur rund 33 Züge zu erwarten.

Tatsächlich hatte schon 1994 Schwanhäußers Untersuchung eines Betriebsprogramms mit 3 Minuten Haltezeit bei 35 Zügen in der Stunde (Schwanhäußer 1997 S. 14 ff) die Notwendigkeit eines 9. und 10. Bahnsteiggleises ergeben:

*„Für eine zukunftssichere Bemessung sollten daher 5 Bahnsteiggleise je Richtung vorgesehen werden.“* (Schwanhäußer 1994 S. 16)

## **b) Spitzenfaktoren**

**Anfangs moderate Kapazitätsaussagen.** Schwanhäußer hatte in den Studien von 1994 und 1997 moderate Kapazitätsaussagen gemacht mit einer Grenze von 33 Zügen pro Stunde für die Antragsplanung und 39 Zügen in Szenario E bei Ausbau der „P-Option“ (Schwanhäußer 1997 S. 58). Ähnlich im Fazit:

*„Daher reicht, wie bereits in der Machbarkeitsstudie gezeigt wurde, eine solche Anlage [8 Gleise] für hierauf abgestimmte Betriebsprogramme mit 32 bis 35 Gleisbelegungen je Stunde aus.“* (Schwanhäußer 1997 S. 65 f)

Auch wenn, wie gesagt, speziell die 39 Züge für Szenario E aufgrund der Haltezeiten zu korrigieren sind, sind diese Kapazitätsaussagen geradezu zurückhaltend im Vergleich zu den in 2003 in Aussicht gestellten weiteren Erhöhungen der Kapazität.

**Der Spitzenfaktor.** In seiner Stellungnahme von 2003 legt Schwanhäußer nun eine deutliche Steigerung der Leistungsfähigkeit des Bahnhofs mittels eines Spitzenfaktors von 1,3 bis 1,6 nahe (Schwanhäußer 2003 S. 24-31). Der Planfeststellungsbeschluss beruft sich wesentlich auch hierauf, um eine ausreichende Bemessung von Stuttgart 21 zu begründen.

Der Spitzenfaktor wurde in die Eisenbahnbetriebslehre von Potthoff zunächst als eine Größe zur Charakterisierung der Schwankungen in der Verkehrsdichte eingeführt (Potthoff 1965, Bd. 5 S. 56). Er beschreibt das Verhältnis des Maximalwertes zum Mittelwert eines Merkmals. Das in diesem Text an anderer Stelle verwendete Verhältnis von Spitzenstunde zu Nebenverkehrszeit ähnelt diesem Faktor (siehe Tabelle 1, S. 4).

In seinem Gutachten von 1997 hatte Schwanhäußer schon die Maximalleistung im Szenario „A“ mit rund 33 Zügen pro Stunde und im Szenario „E“ bei Ausbau der P-Option mit 39 Zügen pro Stunde aufgrund einer etablierten Methode angegeben (Schwanhäußer 1997 S. 58). Diese Simulationsergebnisse enthielten über den Fahrplan schon ihren Spitzenfaktor aus dem Verhältnis der Spitzenstundenleistung zum Mittelwert der untersuchten Zeit.

Dass innerhalb der Simulation durch das stochastische Verspätungsgeschehen weitere Spitzen in den Pufferzeiten auftauchen, ist ohne Erkenntniswert für die Frage einer weiterhin möglichen

Leistungssteigerung. Vielmehr ist die aus dem Simulationsverfahren erhaltene Qualität das Ergebnis, das keiner weiteren Beaufschlagung von Faktoren bedarf.

Auch Hertel wendet den Spitzenfaktor nicht auf ein mit einer Simulation erhaltenes Ergebnis zu einer weiteren Leistungssteigerung an, sondern verwendet ihn als „Dimensionierungshilfsmittel“ (Hertel 1982). Dem folgend wäre eine Anwendung des Verfahrens denkbar als erste Abschätzung einer Bemessung im Vorfeld einer Simulation. Hertel geht insbesondere von einem nur durch die Statistik beschriebenen Forderungsstrom aus und keinem ausgearbeiteten Fahrplan. Ein anderes Beispiel der Anwendung des Spitzenfaktors zur Erhöhung einer schon ermittelten Leistungsgrenze, wie hier von Schwanhäußer vorgenommen, konnte vom Unterzeichner nicht gefunden werden. Dieses Verfahren ist methodisch nicht zulässig.

Analog könnten auch die 49 Züge des Stresstests von 2011, oder die 51 Züge der Untersuchung von Martin 2005 durch einen solchen Faktor gesteigert werden. Unweigerlich würde aber die Betriebsqualität sinken und für die Kapazität wäre nichts gewonnen, gesetzt den Fall, das entsprechende Betriebsprogramm wäre überhaupt fahrbar.

**Argumentation nicht zu Ende geführt.** Die Anwendung eines statistischen Zusatzfaktors kann die Simulation zum Nachweis einer Leistungsfähigkeit nicht ersetzen. Insbesondere hat auch Schwanhäußer seine Argumentation nicht zu Ende geführt, indem er nicht einen neuen Leistungswert, den er nun für auch noch erreichbar hält, errechnete. Die dem Leser des Planfeststellungsbeschlusses nahegelegte Rechnung ist: Der Mittelwert des Spitzenfaktors von 1,3 bis 1,6 angewendet auf die 39 Züge Kapazität im Szenario E würde 57 Züge pro Stunde ergeben, die nun als Leistungsfähigkeit in der Spitzenstunde für die Bahnsteiggleisanlage bei idealen Zuläufen auch erreichbar wäre. Der Gutachter unterlässt diesen letzten Schluss, eine Kapazität der reinen Bahnsteiggleisanlage gibt er nicht an. Dies ist ebenso unverbindlich wie das Gutachten von Martin von 2005, dem an entscheidender Stelle mittels der Formulierung von „Handlungsbedarf“ die Belastbarkeit genommen wird.

Somit haben die Spitzenfaktoren aus 2003 nur behauptenden und sogar eher suggestiven Charakter und können nicht als Kapazitätsaussage herangezogen werden.

### **c) Hilfsargumentationen**

**Überschlägige Kapazitätsabschätzung.** Schwanhäußer stellt eine Betrachtung an, um eine Leistungsfähigkeit über die von ihm 1997 angegebenen Leistungsgrenzen hinaus zu plausibilisieren (Schwanhäußer 2003 S. 7).

Wenn Schwanhäußer hier unpräzise von einer Steigerung der Zugzahlen spricht, so sind Zugfahrten gemeint, d.h. Ankünfte und Abfahrten. Diese sind jedoch durch die weitgehende Ausblendung der in den Spitzenstunden vom Bedarf gebotenen Abstellfahrten unrealistisch überhöht. Szenario E bewirkt keine „Kapazitätsmehrung“, sondern stellt vielmehr einen theoretischen nicht bedarfsgerechten Fahrplan dar, wie oben ausgeführt. Aber insbesondere ist Szenario E abhängig

von der Realisierung der „P-Option“ und somit hypothetisch. Immerhin wird durch die Kapazitätsmehrung von insgesamt 178 % im Verhältnis zu nur 100 % in der Spitzenstunde eingestanden, wie bedarfsfern diese Leistungserhöhung ist.

Wenn über Verlängerung sämtlicher Züge auf 400 m ein Kapazitätsprung für Stuttgart 21 hergeleitet werden soll, so ist dies in der Rechtfertigung des Bahnhofsneubaus nicht zulässig. Einerseits unterstellen sowohl Szenario A als auch E Doppelbelegungen, so dass diese Option nicht im behaupteten Umfang wirken könnte, solange nicht die unterirdischen Bahnsteige auf 800 m verlängert werden. Andererseits ist aber die Reserve aus der Zugverlängerung wie auch der Beitrag aus der Zugkonfiguration (gemeint offenbar: Doppelstockwagen) kein Alleinstellungsmerkmal von Stuttgart 21, sondern dies käme in gleicher Weise dem Kopfbahnhof zugute, ist also im Rahmen einer Rechtfertigung des Neubaus über Kapazitätsargumente nicht anzusetzen.

Bei näherer Betrachtung zerfällt diese Plausibilitätsbetrachtung in sämtlichen Bestandteilen. Durch das Scheitern dieser Argumentation wird vielmehr das Gegenteil bewiesen, dass für Stuttgart 21 eben keine nennenswerten Reserven bestehen.

**Bemessung nach Bedarf, nicht nach Zulaufstrecken.** Schwanhäußer stellt auch 2003 erneut fest, dass die Bemessung von Stuttgart 21 sich an seinen Zulaufstrecken bemisst. Er stellt sogar in Frage, ob es sinnvoll ist bei der Bemessung von einer Verkehrsprognose auszugehen, sondern empfiehlt von der „Nennleistung der Strecken“ auszugehen (z.B. Schwanhäußer 2003 S. 19).

Hierin wird jedoch ein Fehlschluss gesehen und ein Widerspruch zu sonstigen Planungsprämissen öffentlicher Infrastruktur vermutet. In jedem Fall sollte insbesondere der Neubau von Infrastruktur wenigstens soweit prognostizierbar dem Bedarf folgen. Wenn diesem gegenüber eine Limitierung durch die Streckenleistungsfähigkeit festgestellt wird, so wäre diese priorisiert zu entschärfen. Sicherlich ist es nicht zielführend bei der in Stuttgart absehbaren tendenziellen Limitierung durch die Zulaufstrecken zu folgern, der Bahnhof müsse deshalb weniger leistungsfähig bemessen werden.

**Ringverkehr.** Schwanhäußer begründet die Leistungsfähigkeit von Stuttgart 21 wesentlich auch mit dem Ringverkehr (Schwanhäußer 2003 S. 32):

*Unter „Vorteile durch den Kreisverkehr“: „Dies ist mit ein Grund dafür, dass Stuttgart 21 auch bei großer Zugdichte noch eine befriedigende Betriebsqualität aufweist.“*

Als Bahnvorstand Dr. Volker Kefer im Sommer 2011 mit dem Vergleich deutscher Großbahnhöfe des Unterzeichners konfrontiert wurde (Engelhardt 2011, siehe S. 32), parierte er die Frage nach der Begründung für den enormen Leistungssprung mit dem Stichwort „Ringverkehr“.<sup>8</sup> Dies beendete die Diskussion, ohne kritische Nachfragen in den Medien oder in der Fachwelt auszulösen.

Die Vorteile des Ringverkehrs wurden von Schwanhäußer angegeben mit einer Vervollkommnung der Linien-Verknüpfungen, der Vermeidung von Richtungswechseln und Flexibilisierung durch alternative Fahrwege (Schwanhäußer 2003 S. 16, 32). Projektsprecher Wolfgang Dietrich spricht etwas unklarer davon, der Ringverkehr „entzerre“ den Verkehr.<sup>9</sup>

Dem kann eine ganze Reihe gleichermaßen qualitativer Argumente entgegengesetzt werden: Zweifellos ermöglicht der Ringverkehr über die alternativen Bahnhofszugänge über Bad Cannstatt und Wangen eine höhere Flexibilität im Fall einer Streckensperrung. Diese Flexibilisierung kompensiert jedoch kaum die Beschränkungen im Betrieb, die das Wendeverbot im Tiefbahnhof aufgrund der Längsneigung der Bahnsteiggleise bewirkt. Auch betrifft der Ringverkehr in Stuttgart nur die Bahnhofshälfte mit den Zuläufen aus Wangen/Bad Cannstatt. Für die Zufahrten aus Zuffenhausen und vom Fildertunnel ist eine Wende im Ring nicht möglich. Der Ringverkehr von Stuttgart 21 hat keine ideale Auslegung, sondern weist einige Engpässe auf: Die höhengleiche Einfädelung von Waiblingen; der Abstellbahnhof ist in die Verbindungsstrecke der beiden Bahnhofszugänge eingelagert, er führt mit zusätzlichem Verkehr zu weiteren Blockaden von Fahrplantrassen und ist darüber hinaus nur eingleisig passierbar. Köln besitzt einen ähnlich dimensionierten Ringverkehr, der allerdings (offenbar wegen der merklichen Nachteile) trotz der hohen Belastung etwa der Hohenzollernbrücke nicht zu Wenden im Ring genutzt wird. Auch international haben sich Ringverkehre allem Anschein nach noch nicht als Maßnahme durchgesetzt, um die Zahl der Bahnsteiggleise zu reduzieren. Es ist kein Fachartikel bekannt, der eine Leistungssteigerung durch einen Ringverkehr beschreiben würde.

Die vermeintliche Leistungserhöhung durch den Ringverkehr wurde bisher lediglich behauptet, weder explizit (durch eine gezielte Untersuchung) noch implizit nachgewiesen (keine der Simulationen, die den Ringverkehr beinhaltet, weder Martin 2005 noch der Stresstest 2011, wurde regelkonform durchgeführt). Eine substantielle Leistungssteigerung durch den Ringverkehr ist demnach nicht nachgewiesen. Weder ist das Konzept eine international anerkannte Methode zur Leistungssteigerung noch wurde es seit der 15-jährigen Planung von Stuttgart 21 andernorts (zu nachweisbarer Leistungssteigerung) aufgegriffen.

### **3. Gutachten Martin 2005**

Das Urteil des VGH stützt sich in den wesentlichen Feststellungen zu den Obergrenzen des optimalen Leistungsbereichs für S21 bei 50 Zügen (im Gutachten: 51 Züge) und für K21 bei 38 Zügen (VGH Rn 72, siehe auch Rn 89) auf das Gutachten von Prof. Martin und Mitarbeitern vom Verkehrswissenschaftlichen Institut der Universität Stuttgart aus 2005. Dieses Gutachten ist jedoch mit zahlreichen Falschannahmen und methodischen Fehlern behaftet, die den Durchgangsbahnhof bevorteilen und die Vergleichsvariante K21 benachteiligen. Die Quelle der kritischen (und tatsächlich falschen) Mindesthaltezeiten wurde nicht veröffentlicht, so dass das Martin-Gutachten schon 2007 von sachkundiger Seite als „*unbrauchbar*“ bezeichnet wurde.<sup>10</sup>

Zu kritisieren sind vor allem der zu klein gewählte Untersuchungsraum, zu geringe Mindesthaltezeiten, die auch noch unrealistisch als Planhaltezeiten angesetzt wurden sowie unrealistische Fahrpläne in der Leistungsuntersuchung. Die so ermittelte Leistungsfähigkeit von bis zu 51 Zügen pro Stunde (Martin S. 47) ist in der Praxis nicht erreichbar. Außerdem ist die zugrunde gelegte Methodik auch heute noch nicht etabliert.



lich entschärft. Die Ausblendung dieser wesentlichen Engpässe überhöht die Leistungsfähigkeit deutlich.

Dass diese Definition des Untersuchungsraums nicht hinreicht, macht beispielsweise die Richtlinie 405 der Deutschen Bahn AG deutlich, die eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Untersuchungen der DB AG zugrunde liegt wie auch dem „Stresstest“ zu Stuttgart 21 und auch von Martin et al. als Quelle für die Verspätungswerte und Haltezeitvorgaben herangezogen wurde (Martin S. 21, 22, 26). In der Richtlinie heißt es für Simulationsverfahren: *„Kriterium für die Begrenzung des Betrachtungsraumes ist, dass die Einflüsse der angrenzenden Netzelemente ausreichend genau abgebildet werden können“* (Richtlinie 405.0301 S. 4 / Bl. 256). In einem komplexen Netzelement wie dem Stuttgarter Hauptbahnhof ist dies nur durch die *„Einbeziehung angrenzender Knoten und Strecken“* möglich, da pauschale Vorgaben etwa durch ein Verspätungsniveau die komplexen Abhängigkeiten der Zulaufsituation nicht abzubilden vermögen.

Um wieviel zu klein der Untersuchungsraum gewählt wurde, wird deutlich an dem in Abbildung 3 dargestellten mehr als zehnmals größeren Untersuchungsraum im „Stresstest“ zu Stuttgart 21 (Doku. S. 37), der ebenfalls mit der Software RailSys durchgeführt wurde. Die begrenzenden Stationen Tübingen, Horb, Vaihingen, Heilbronn, Schwäbisch Hall-Hessental, Aalen und Ulm liegen im Mittel mehr als zehnmals weiter vom Hauptbahnhof entfernt. (Erst) dieser Betrachtungsraum war ausreichend, so dass der Auditor SMA befand: *„Der Betrachtungsraum ist ausreichend groß, damit er für den Kernbereich der Simulation – Stuttgart Hbf und unmittelbaren Zulaufstrecken – das passende Umsystem darstellt“* (Audit IN-01 S. 4 / Bl. 23).

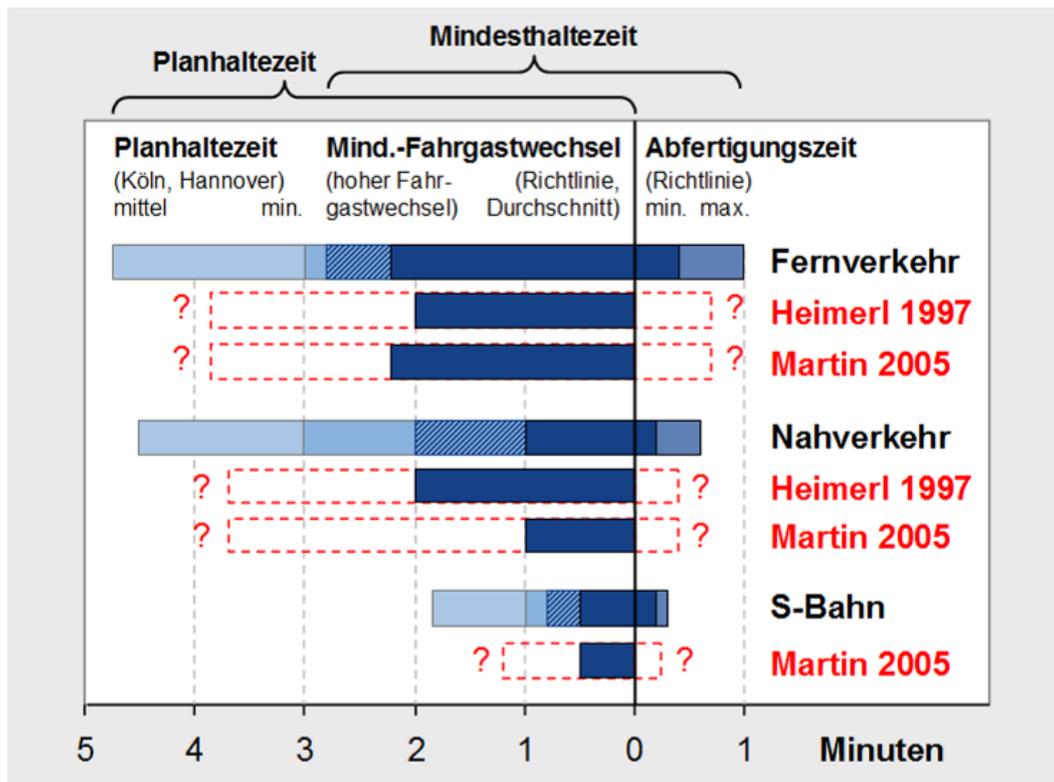
Zu dieser Problematik widerspricht sich das Gutachten selbst (Martin S. 11): *„... die Variante Stuttgart 21 [wurde] im Zulauf aus Richtung Flughafen bis Vorsignal Einfahrt Tiefbahnhof [d.h. ohne Zulaufstrecke] untersucht. Damit ist gewährleistet, dass auch Schwächen auf den Zulaufstrecken aufgedeckt und in das Ergebnis integriert werden.“*

## **b) Zu kurze Haltezeiten**

Auch bei Martin sind die Haltezeiten extrem kurz gewählt (Abb. 4). Mit 2,2 Min. im Fernverkehr und 1,0 Min. im Nahverkehr liegt er im Schnitt deutlich unter den schon kritischen Werten von Heimerl. Siehe hierzu den Abschnitt „Haltezeiten“ ab S. 28.

Vorderhand entsprechen die Haltezeiten den Vorgaben der Richtlinie (405.0103 A 02 S. 3) der Deutschen Bahn für die Verkehrszeit. Diese Werte sind jedoch lediglich Empfehlungswerte (Mittelwerte), wenn keine anderen Daten verfügbar sind. Für Stuttgart müsste ein Aufschlag für den hohen Fahrgastwechsel erfolgen. Außerdem fehlt die von der Richtlinie vorgegebene Abfertigungszeit in der Mindesthaltezeit von Martin.

Weiterhin fehlen sämtliche Beiträge die zu einer üblichen Planhaltezeit führen, wie etwa die typischen Haltepufferzeit. D.h. die Annahme von Martin, die Planhaltezeit der Mindesthaltezeit gleichzusetzen ist praxisfern und betrieblich kaum realisierbar. Überlicherweise erhalten Züge bei



**Abb. 5:** Die in den Gutachten von Heimerl 1997 und Martin 2005 angesetzten Haltezeiten entsprechen weitgehend den von der Richtlinie vorgegebenen Richtwerten für Verkehrshaltezeiten (Fahrgastwechsel). Diese sind jedoch für den hohen Fahrgastwechsel in Stuttgart zu erhöhen (siehe S. 28 ff), außerdem müssten die Planhaltezeiten deutlich darüber angesetzt werden (vgl. die Mindest- und mittleren Haltezeiten von Köln und Hannover). Die Abfertigungszeiten fehlen sowohl bei Heimerl wie bei Martin regelwidrig ganz.

der Fahrplangestaltung kleine Haltezeit-Reserven, um die Betriebssicherheit verbessern und vor allem den Verspätungsübertrag bei Zugkreuzungen abzumildern. Martins Ansatz konnte nur in einem kleinen Untersuchungsraum ohne den üblichen Gegeneffekt bleiben. Durch die Wahl dieser kürzest möglichen Haltezeiten bestehen Umsteigemöglichkeiten praktisch ausschließlich zu nachfolgenden Zügen, wobei die Wartezeit bis zur Taktzeit des Anschlusszuges reichen kann.

Statt den im Mittel unter 2 Minuten liegenden Werten von Martin müssten im Fern- und Nahverkehr vielmehr Werte oberhalb von 4 Minuten, entsprechend den mittleren Haltezeiten in vergleichbaren Hauptbahnhöfen wie Köln oder Hannover, gewählt werden. Die Haltezeit hat aufgrund ihrer Bedeutung für die Leistungsfähigkeit eines Durchgangsbahnhofs einen hohen Anteil an der von Martin dargestellten überhöhten Leistungsfähigkeit von bis zu 51 Zügen pro Stunde. Für die detaillierte Diskussion siehe den eigenen Abschnitt „Haltezeiten“ ab S. 29.

### **c) Unrealistische Fahrpläne in der Leistungsuntersuchung**

Martin verwendet zwei Arten von Betriebsprogrammen. Der sogenannten „Betriebssimulation“ wurde ein Fahrplan mit 35 Zügen in der Spitzenstunde für S21 und 36 Zügen für K21 zugrunde gelegt. Dieser Fahrplan entspricht selbst für S21 nicht einem realistischen Bedarfsfall, da heute schon 38,5 Züge in der Spitze vom Kopfbahnhof abgefertigt werden. Ein zweiter Fahrplan für die „Leistungsuntersuchung“ setzt eine Gleichverteilung der Züge über die Zeit an zum Zwecke einer Skalierbarkeit.

**Auf S21 optimiertes Betriebsprogramm der Betriebssimulation.** Obwohl schon in der Planfeststellung 2004 verworfen (PFA S. 147 ff), wählt Martin für die Untersuchung von 2005 wieder das Betriebsprogramm 2010 aus der Machbarkeitsstudie (Martin S. 19) mit 35 Zügen in der Spitzenstunde. Warum hier nicht das gültige Betriebsszenario BVWP 2003 angesetzt wurde, wird nicht begründet. Bei der Entscheidung für den etwas veralteten Fahrplan mag eine Rolle gespielt haben, dass er ohne Doppelbelegungen in der Disposition einfacher zu handhaben war.

Das Betriebsprogramm wurde für Stuttgart 21 entwickelt und dann lediglich auf den Kopfbahnhof übertragen. Die Verwendung von Haltezeiten gleich Mindesthaltezeiten bevorteilt systemisch den Durchgangsbahnhof (siehe zuvor). Der Kopfbahnhof kann einen Verspätungsabbau aus Haltezeitreserven damit nicht realisieren. Allein nominell ist der Kopfbahnhof mit einem Zug mehr in der Spitzenstunde um knapp 3 Prozent stärker belastet (Martin S. 22 f, 38). Der Fahrplan berücksichtigt keine Vorgaben aus der Einbindung in das Gesamtnetz, die bestimmenden übergeordneten Fahrpläne wurden außer Acht gelassen. Es sind keine Vorgaben zur Darstellung bestimmter Anschlüsse erkennbar und auch aufgrund der kurzen Haltezeiten kaum realisierbar. Martin gesteht ein, dass „Handlungsbedarf“ besteht, bezüglich eines nicht nur auf S21 sondern eines „auf K21 optimierten Betriebsprogramms“ (Martin S. 59).

Die im Betriebsprogramm gemachten Zugeständnisse überhöhen die vermeintliche Leistungsfähigkeit von Stuttgart 21 unrealistisch. Ein solcher Fahrplan würde nicht vom Land bestellt werden. Der Kopfbahnhof wird durch den Fahrplan drastisch benachteiligt.

**Gleichverteiltes Betriebsprogramm der Leistungsuntersuchung.** Das unrealistische Betriebsprogramm der Leistungsuntersuchung mit „gleichmäßiger Verteilung“ und „regelmäßigen Abständen“ (Martin S. 58, 39) bevorteilt den Durchgangsbahnhof und wirkt für diesen leistungserhöhend (Pachl<sup>13</sup> S. 130). Insbesondere die Umstellung von einem Taktbetrieb auf einen Betrieb, in dem ständig „*gegen die Richtung*“ gefahren wird, belastet die Kapazität des Kopfbahnhofs stark, wie Ingulf Leuschel von der Deutschen Bahn im Rahmen der Faktenschlichtung erläuterte.<sup>14</sup>

### **d) Nicht etablierte Methodik**

Die Methodik, die in der Untersuchung von Martin Anwendung fand (Hertel 1992) folgt zwar einer „verbreiteten Theorie“ (Pachl 2011 S. 131), sie ist jedoch bisher nur selten praktisch zur Anwen-

derung gekommen und kann nicht als etabliert bezeichnet werden. Obwohl schon 1994 von einer Arbeitsgruppe der Deutschen Bahn empfohlen, fand das Verfahren keinen Eingang in die Bahn-Richtlinien, seine Anwendung ist also durch die Bahn nicht zugelassen. 1994 in einer Diplomarbeit erstmals beispielhaft angewendet (Bosse 1994), kam das Verfahren 2005 für Stuttgart 21 das zweite Mal zur Anwendung, danach noch in einer Doktorarbeit (Schmidt 2009 S. 35). Weitere Anwendungen der Methodik von Martin sind bisher nicht bekannt, so dass das Verfahren nicht als etabliert und gemeinhin akzeptiert gelten kann.

#### **e) Leistungsfähigkeit des Kopfbahnhofs**

In der Untersuchung von Martin wurde der Kopfbahnhof sowohl im unterstellten Fahrplan wie im Gleisplan ungerechtfertigt benachteiligt. Daher ist die Leistungsfähigkeit des Kopfbahnhofs deutlich höher als die am oberen Ende des optimalen Leistungsbereichs ermittelten max. 38 Züge pro Stunde. Dies wird auch heute schon laut Fahrplan übertroffen. Die zudem anderweitig gutachterlich ermittelte Kapazität des Kopfbahnhofs von mindestens 50 Zügen pro Stunde stellt das Gutachten von Martin et al. erheblich in Frage.

**Kopfbahnhof schlecht, weil nachteilig simuliert.** Das Gutachten selbst stellt klar, dass der geringe Leistungswert von K21 an der nachteiligen Infrastruktur und dem nachteiligen Betriebsprogramm liegt (Martin S. 59). Es wird dargestellt, wie sehr der Kopfbahnhof von Engpässen (Gäubahn, Bad Cannstatt) belastet und noch nicht optimiert ist (Martin S. 48 f, 59). Der K21-Vorschlag von Arnoldi wurde abgebildet ohne die vorzunehmenden Anpassungen in Bad Cannstatt, die außerhalb der damals dargestellten Pläne lagen, aber im Falle der K21-Realisierung unbedingt anzunehmen waren. So entstanden Engpässe, die so nie geplant werden würden. Hier wurde eine bestehende Unklarheit, obwohl die Konsequenz erkannt wurde, zu Lasten von K21 umgesetzt.

Sowohl das explizit auf den Durchgangsbahnhof optimierte und nur auf K21 übertragene Betriebsprogramm der Betriebssimulation wie auch das der Leistungsuntersuchung benachteiligen den Kopfbahnhof systematisch (siehe c).

**Leistungsgrenze K21 nicht vertretbar.** Außerdem wird dargestellt, dass der Vergleich mit der Kopfbahnhofvariante K21 einer entscheidenden Einschränkung unterliegt (Martin S. 56): *„Eine weitere Verdichtung des Betriebsprogramms (wäre) auf der simulierten Infrastruktur kaum noch möglich.“* Also nur auf der in der Simulation unterstellten spezifischen (nachteiligen) Infrastruktur ist die Leistungssteigerung nicht möglich. Im Widerspruch dazu wird ausgesagt, dass „keinerlei Leistungsreserven“ bestehen, obwohl die Möglichkeiten zur Leistungserhöhung dargestellt werden: So werden die Engpässe namentlich ausgewiesen, die die Leistung von K21 stark begrenzen (Martin S. 48), deren Adressierung sogar durch eine einzelne Weichenverbindung schon zu einer „Erhöhung der Leistungsfähigkeit“ führt (Martin S. 55), womit das Votum von „keinerlei Leistungsreserven“ ad absurdum geführt wird.

**Hohe Leistungsfähigkeit des Kopfbahnhofs.** Der Kopfbahnhof übertrifft schon heute im Fahrplan die von Martin formulierte Leistungsgrenze von 38 Zügen pro Stunde – auf 15 Gleisen.

Nach den Feststellungen im Gutachten der Vieregg & Rössler GmbH ist der vorhandene Kopfbahnhof demgegenüber in der Lage, 56 Zugankünfte von 7 bis 8 h morgens (Spitzenstunde) bewältigen zu können (Vieregg-Rössler 2011). Dass 50 Züge pro Stunde als Kapazität des Kopfbahnhofs ohne größere Neubauten anzusehen sind, wurde von der Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg bestätigt.<sup>15</sup> Diese Kapazitätswerte erscheinen plausibel, da die Bahnsteiggleisanlage des Bahnhofs in der Vergangenheit unter erschwerten Randbedingungen (älterem Rollmaterial) schon im Fahrplan von Sommer 1969 eine Leistungsfähigkeit von mindestens 46 Zügen pro Stunde nachgewiesen hatte.<sup>16</sup>

#### **f) Gutachten mit verbleibendem „Handlungsbedarf“**

Der Gutachter selbst relativiert die Belastbarkeit seiner Aussagen. In einem eigenen Abschnitt stellt Martin „weiteren Handlungsbedarf“ dar, „ohne dass jedoch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung dadurch hinfällig werden“ (Martin S. 59).

Vor Erledigung des beschriebenen Handlungsbedarfs wie der Vergleichssimulation des heutigen Kopfbahnhofs (diese hätte die systematischen Fehler im Gutachten transparent gemacht und wäre für die „Eichung“ der Simulation notwendig) oder der Verbesserungen von K21 (Stichwort „keine Leistungsreserven“) und eines auf K21 angepassten Betriebsprogramms sind die Aussagen des Gutachtens, das ja die Vorteilhaftigkeit von S21 gegenüber K21 bewerten soll, nicht belastbar. An dieser Stelle räumt Martin mit der fehlenden Vergleichssimulation einen weiteren wesentlichen Mangel der Untersuchung ein. Und es wird auch die bewusste Schlechterstellung von K21 eingestanden.

Gefordert wäre stattdessen eine Aussage in der Art: ‚Selbst bei Umsetzung der vorgeschlagenen finanzierbaren weiterführenden Optimierungen des Gleisplans von K21 ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen, dass eine Leistungsfähigkeit von X Zügen pro Stunde überschritten wird. S21 ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit im Minimum um Y Prozent in der Leistungsfähigkeit überlegen.‘ Eine solche Versicherung trifft das Gutachten nicht.

#### **4. Stresstest 2011**

Dass die Leistungszusagen der Gutachten von Martin und Schwanhäuser überhöht sind, wird untermauert durch den sogenannten „Stresstest“ zu Stuttgart 21 (siehe die Referenzen Doku. und Audit), der aufgrund zahlreicher Fehler weniger eine Leistungsfähigkeit von 49 Zügen in der Spitzenstunde beweist, als vielmehr, dass dieser Wert sicherlich nicht erreicht werden kann. Insbesondere auf die zahlreichen Richtlinienverstöße wurde vom Verfasser transparent und detailliert seit November 2011 auf der Internet-Plattform WikiReal.org und über die Presse hingewiesen.<sup>17</sup> Die Deutsche Bahn AG sowie die SMA und Partner AG wurden eingeladen, an der

Aufklärung der Vorwürfe auf dem Wiki mitzuarbeiten, – leider ohne Erfolg. Zahlreiche freiwillige Helfer unterstützen das Projekt insbesondere auch durch ihre Mitarbeit.

Zuvor war sowohl schon in der Stresstest-Präsentation vom 29.07.2011 von Boris Palmer<sup>18</sup> (unter Zuarbeit des Unterzeichners) als auch danach im Fachartikel von Felix Berschin<sup>19</sup> substantiierte Kritik geäußert worden war.

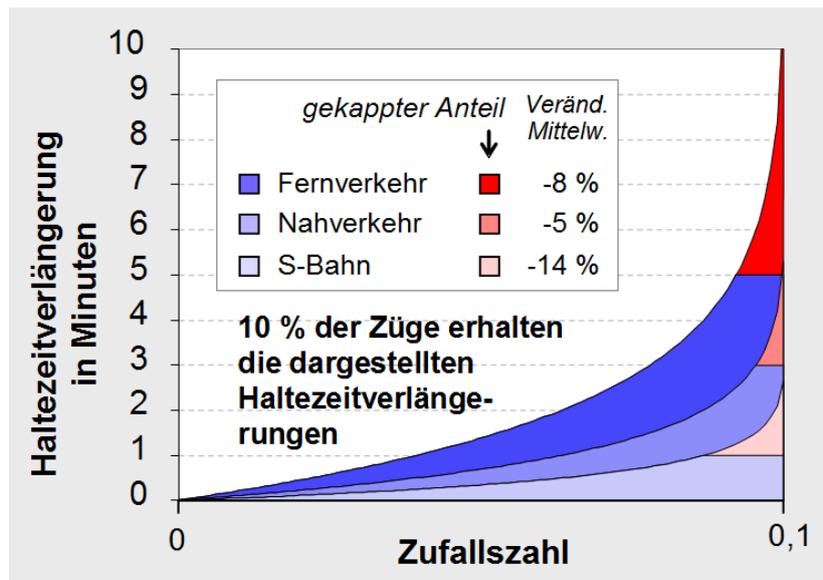
Als korrigierter Wert der Leistungsfähigkeit des S21-Tiefbahnhofs nach Kompensation der Fehler im Stresstest werden vom Verfasser 32 bis 38 Züge pro Stunde (bei Überlastung) abgeschätzt, nahe den Werten aus anderen Plausibilitätsbetrachtungen (siehe unten). Es ergibt sich damit in jedem Fall eine geringere Kapazität für Stuttgart 21 verglichen mit einem geringfügig ausgebauten Kopfbahnhof, der schon heute von 6:50 bis 7:50 Uhr 38,5 Züge abfertigt und dabei in Stunde 7 Spielraum für 2 weitere Sonderzüge hat (Vieregg-Rössler 2011). Derart stellt sich die Kapazität von Stuttgart 21 als ein deutlicher Rückbau gegenüber der Kapazität des Kopfbahnhofs dar.

Das Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg nahm sich in diesem Frühjahr der Aufklärung der von WikiReal formulierten Kritikpunkte am Stresstest an. Nach dem letzten dieser Gespräche mit Vertretern von WikiReal am 17.04.2011 ist die grundlegende Haltung des Verkehrsministeriums, dass der Klärungsprozess fortgesetzt werden soll, d.h. die WikiReal-Kritikpunkte bisher noch nicht vollständig nachvollziehbar durch die Deutsche Bahn AG und SMA und Partner AG entkräftet worden sind. Das MVI hat seiner Hoffnung Ausdruck gegeben, dass Bahn und SMA sich einer klärenden Diskussion stellen<sup>20</sup>, wie es WikiReal fordert und auch Bahnchef Grube in Rottenburg<sup>21</sup> sowie die SMA in einer Presseerklärung im vergangenen November in Aussicht gestellt hatten<sup>22</sup>.

Nach wie vor nicht ausgeräumte leistungsrelevante Kritikpunkte am Stresstest sind nach Ansicht des Verfassers (Nummerierung wie in der Diskussion mit der Deutschen Bahn verwendet). Sofern im Folgenden das Stichwort „regelwidrig“ gebraucht wird, betrifft dies einen Verstoß gegen die Vorgaben der Richtlinie 405, die die Bahn auch als Grundlage für den Stresstest angegeben hatte (Doku. S. 2).

**1. Umdefinierte Betriebsqualität.** Statt der in der Faktenschlichtung vereinbarten „guten“, d.h. „Premiumqualität“, wurde nur noch „wirtschaftlich optimale“ Betriebsqualität angestrebt. Für diese Qualitätsstufe wurde darüber hinaus regelwidrig ein Verspätungsaufbau bis 1 Minute zugelassen. Als Auslegungsqualitätsstufe sollte für die Wirkung der Infrastruktur maximal Verspätungserhaltung zugelassen werden (ca. +4 Züge). Dass ein solcher Verspätungsaufbau nicht angestrebt werden kann, bestätigt ausgerechnet sowohl der Projektleiter des Stresstests Dr. Thorsten Schaer sowohl in einem von ihm als Co-Autor erstellten Fachbuch (Schaer 2006 S. 271) als auch in der Erläuterung des Stresstests selbst<sup>23</sup>, als auch der S21-Gutachter Prof. Martin<sup>24</sup>.

**3. Unrealistische Lastkurve.** Die für den Verspätungsabbau der Spitzenstunde wesentliche Stunde 8 wurde überproportional, um 5 Züge zu viel, entlastet. Noch stärker ins Gewicht fällt, dass entgegen der Vereinbarung im Schlichterspruch die Betriebsqualität nicht in der Spitzen-



**Abb. 8:** Verspätungen, die als sogenannte „Haltezeitverlängerungen“ in die Simulation eingespielt werden. Vorgeschrieben ist eine Verteilung entsprechend der durchgehenden Kurven. In der Simulation wurden jedoch die hohen Verspätungswerte, die eigentlich die „Störfälle“ abbilden sollten, undokumentiert auf weniger kritische Werte gekappt.

stunde ermittelt wurde, sondern durch eine Mittelung über vier Stunden (dabei fallen die ohnehin wenig verspätete Stunde 6 und die überproportional entlastete Stunde 8 ins Gewicht) besonders stark entlastet wurde (zusammen ca. +6 Züge).

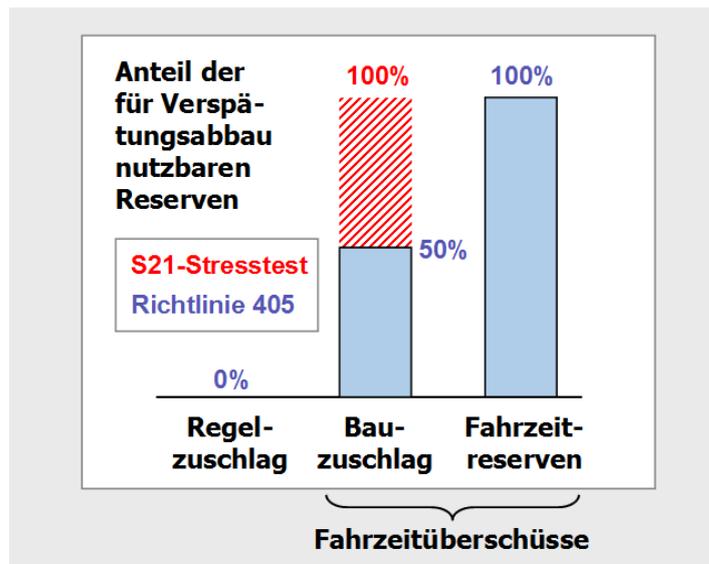
**5. Gekappte Haltezeitverlängerungen.** Die eingespielten Verspätungen wurden in ihren Spitzenwerten, die eigentlich die „Störungen“ abbilden sollten, regelwidrig gekappt und die Simulation damit um die anspruchsvollen Fälle entlastet (Abb. 5, vorausgehende Seite) (ca. +2,5 Züge).

**6. Optimistische Pünktlichkeitsniveaus.** Die Pünktlichkeit wurde z.B. bei der S-Bahn auf 94 % (bei einer 3 Minuten-Grenze) eingestellt, wogegen offiziell für die Stuttgarter S-Bahn ein Wert von 82,3 % für diesen Verspätungsgrenzwert veröffentlicht wurde (ca. +1 Zug).<sup>25</sup>

**8. Nutzung von 100 % der Fahrzeitüberschüsse zum Verspätungsabbau.** Bauzuschläge wurden ganz, statt wie von der Richtlinie vorgegeben nur zur Hälfte zum Verspätungsabbau herangezogen, wodurch dieser deutlich überhöht in der Simulation eingestellt ist (ca. +3 Züge).

**12. Fehler in den Fahrgastwechsel- und Abfertigungszeiten.** Auch im Stresstest zu Stuttgart 21 wurden die Mindesthaltezeiten zu gering angesetzt (siehe Abschnitt „Haltezeiten“, S. 29). In der "Grundvariante" sind die Abfertigungszeiten bezüglich der Signalstellung gar nicht berücksichtigt und wurden später nur anteilig korrigiert. Im Ergebnis führen diese Fehler zu einem mindestens doppelt überhöhten Verspätungsabbau durch Haltezeitverkürzung, der insbesondere bei den Halten im Hauptbahnhof das Simulationsergebnis stark verfälscht (ca. +4 Züge).

**13. Haltezeitverlängerungen statt Abfahrtzeitverspätungen in RailSys.** Im Stresstest wurden die sogenannten Haltezeitverlängerungen, die zu einem guten Teil auch Verspätungen auf der



**Abb. 9:** Im Stresstest zu Stuttgart 21 wurden regelwidrig 100 % der Bauzuschläge zum Verspätungsabbau genutzt.

Fahrtstrecke abbilden sollen, in der Software RailSys ebenfalls als „Haltezeitverlängerungen“ abgebildet. Dies ist jedoch die falsche Wahl, da für eine zutreffende Abbildung des Vorgangs „Abfahrtszeitverspätungen“ gewählt werden müssten. Durch diese Fehleinstellung wurden die Verspätungen – entgegen jeder Kausalität – zu einem guten Teil schon abgebaut bevor sie überhaupt auf den Zuglauf beaufschlagt werden konnten (ca. +1,5 Züge). Weitere systematische Fehler im Verspätungsaufbau führen dazu, dass sowohl die Streckenverspätungen als auch die Haltezeitverkürzung im Hauptbahnhof untertrieben dargestellt werden, sie erscheinen also ‚harmloser‘ als bei korrekter Ermittlung.

**14. Modellunschärfe in RailSys.** Die in der Simulation verwendete Software „RailSys“ weist eine „Modellunschärfe“ auf, die dazu führt, dass bei Zügen, die sich im Bahnhof verspäten, ihr Ausfahrtsignal erst zur verspäteten Abfahrt gestellt wird, und nicht wie in der Realität schon zur planmäßigen Ausfahrt. Dies führt dazu, dass in der Simulation Folgetrassen deutlich kürzer blockiert werden als in der Simulation (ca. +2,5 Züge).

Die für die einzelnen Fehler abgeschätzten Zugzahlen entsprechen der Leistungserhöhung des Bahnhofs in Zügen pro Stunde, wie sie sichtbar würde an der Grundsimulation vom 30.06.2011 im Verhältnis zu dem Fall, dass dieser eine Fehler korrigiert wird. Sobald mehrere Fehler gleichzeitig wirken, wirken sie nicht additiv, sondern überlappen sich teilweise, diese Überlappung kann vereinzelt bei voneinander abhängigen Fehlern groß ausfallen. Die Rückrechnung der kumulativen Wirkung liefert als wahrscheinlichsten Wert rund 32 Züge pro Stunde statt den vermeintlich erreichten 49 Zügen pro Stunde. Aufgrund der Unsicherheiten in der Abschätzung wird eine Bandbreite bis zu 38 Zügen pro Stunde angegeben, auf die mindestens zu korrigieren wäre. Nach dem Vergleich mit Plausibilitätsabschätzungen liegt dieser Wert nahe oder im Bereich der Überlastung des Bahnhofs. Die angegebenen Korrekturen sind teils grob berechenbar, teils

weitgehend geschätzt. Durch die Vielzahl der Korrekturfaktoren kompensieren sich die Fehler der einzelnen Schätzungen zu einem guten Teil gegenseitig.

Für eine genauere Quantifizierung der einzelnen Fehlerbeiträge wäre die Simulation von Sensitivitäten unter Korrektur jedes einzelnen Fehlers notwendig. Für einen „Nachweis“ einer tatsächlich in der Praxis erreichbaren Zugleistung müsste die Simulation unter gleichzeitiger Korrektur sämtlicher Fehler erneut durchgeführt werden.

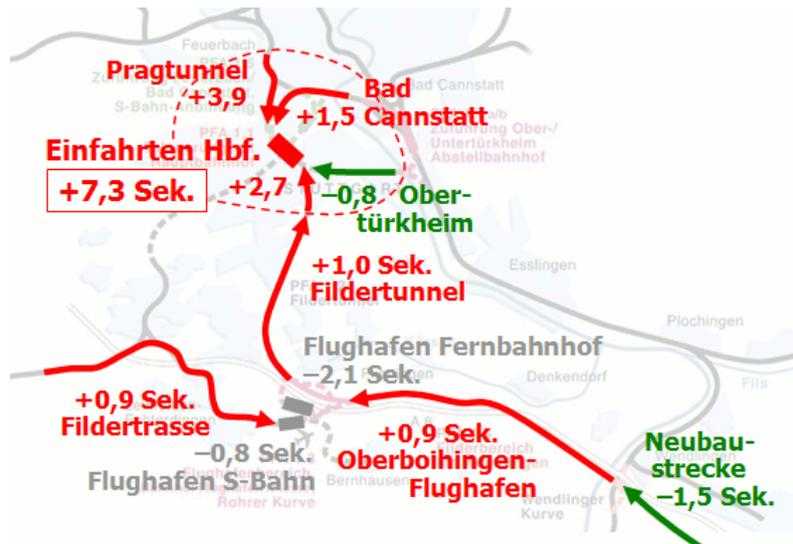
Weitere Fehler und Richtlinienverstöße sind nicht unmittelbar wirksam in der Überhöhung der Leistungsfähigkeit, sie tragen aber bei zur Verdeckung der anderen leistungsrelevanten Fehler oder zur Täuschung der Öffentlichkeit über die Qualität der Bahnleistungsleistung:

**2. Gekappte Streckenauswertungen.** In mehreren Streckenauswertungen brechen die Auswertungen der Betriebsqualität exakt an der Station ab, bis zu der noch "wirtschaftlich optimale" Betriebsqualität erreicht wird (Doku. Teil 2 S. 92-93, 96-101, 106-109 / Bl. 31-32, 35-40, 45-48). In der Gegenrichtung wird „Premium“ ermittelt, indem die gesamte Strecke ausgewertet wird. Dies verstößt gegen die Vorgabe der Richtlinie, die die Auswertung von „Querschnitten“ an den definierten „Messpunkten“ fordert (Richtlinie 405.0104 Punkt 7/9, S. 5/6). Eine Einengung des Auswertebereichs zur Erzielung einer gewünschten Qualitätsstufe ist nicht vorgesehen. Auf dieser Weise werden tatsächlich mangelhafte Strecken als „wirtschaftlich optimal“ dargestellt.

**4. Fehlen von Belegungsgraden und anderen Kenngrößen.** Entgegen den Vorgaben der Richtlinie wurden keine anderen Kenngrößen als die Verspätungsveränderung herangezogen, insbesondere wurden die explizit vorgeschriebenen Belegungsgrade als eine der grundlegendsten Kapazitätskenngrößen nicht ausgewiesen, obwohl sie noch von Heimerl (siehe zuvor, S. 8) und von Schwanhäußer (VGH Rn. 59) betrachtet wurden. Auch die für die Qualitätsermittlung vorzuziehenden Wartezeiten wurden nicht ausgewiesen und bewertet. Diese Größen wären für die Beurteilung der Qualität der Infrastruktur besonders geeignet und würden Engpässe deutlich aufzeigen.

**7. Simulation ohne Vergleichsfall.** Die Richtlinie schreibt in Fragen von Leistungsfähigkeitskenngrößen oder der Bemessung der Größe einer Infrastruktur die Simulation von Varianten vor. Im vorliegenden Fall hätte der Kopfbahnhof simuliert werden müssen, da das Projekt sich durch den Leistungszuwachs gegenüber diesem zu rechtfertigen versucht. Dies hätte auch erlaubt, die in der Simulation verwendeten Parameter an der Realität zu „eichen“.

**10. Sensitivitäten.** Im Zuge der Auditierung des Stresstests wurden mehrere „Sensitivitäten“ simuliert, in denen jeweils nur einzelne Parameter auf den realistischeren Wert gesetzt wurden. Die Aussagekraft dieser Sensitivitäten verschwindet, solange sie nicht gegenüber einer Simulation berechnet werden, die den vollständigen Satz an regelkonformen und realitätsnahen Parametern berücksichtigt (Vollsimulation). Vielmehr wurden die Unterschiede zur extrem optimistischen Grundvariante bestimmt. Die Richtlinie kennt diese Sensitivitäten nicht und fordert vielmehr die Vollsimulation für die Bestimmung einer Betriebsqualität.



**Abb. 10**, Verspätungsaufbau durch die neu gebaute Infrastruktur bei Stuttgart 21 (Grundvariante der Stresstest-Simulation). Beiträge zum Gesamt-Mittelwert des Verspätungsaufbaus im Zulauf. (Auswertung C. Engelhardt, Bildquelle für die Kartendarstellung: [bahnprojekt-stuttgart-ulm.de](http://bahnprojekt-stuttgart-ulm.de))

Insbesondere der **finale Simulationslauf** erbrachte keinen „Nachweis“ der Leistungsfähigkeit, da auch hier vielfach, etwa bezüglich der Fahrzeitüberschüsse, der Betrachtung der Spitzenstunde, der Kappung der Haltezeitverlängerungen, der Lastkurve, der optimistischen Pünktlichkeitswerte etc. pp. von den Anforderungen der Aufgabenstellung (Schlichterspruch) bzw. der grundlegenden Richtlinie oder den Bedingungen an realistische Parameterwahl abgewichen wurde. Allein unter gleichzeitiger Berücksichtigung dieser notwendigen Korrekturen hätte die Simulation einen Nachweis führen können. Die Abschätzung der Fehler lässt erwarten, dass nur eine Zugzahl in der Nähe der 32 Züge pro Stunde in der geforderten Betriebsqualität darstellbar ist, selbst wenn man dabei von der im Schlichterspruch geforderten „guten Betriebsqualität“ auf lediglich „wirtschaftlich optimal“ zurückfällt. Hierzu müsste aber das Einverständnis der Verhandlungspartner in der Faktenschlichtung für diesen Prämissenwechsel vorliegen.

Noch vor einer Bewertung, welcher der Fehler im Stresstest wie schwer wiegt, ist selbst in der optimistischen „Grundvariante“ der Simulation die Signatur oder der ‚Fingerabdruck‘ der Überlastung des Bahnhofs erkennbar:

**11. Verspätungsaufbau durch die neugebaute S21-Infrastruktur.** Die in der Stresstest-Dokumentation dargestellten Verspätungsverläufe weisen insbesondere vor der Einfahrt in den Hauptbahnhof einen charakteristischen Verspätungsaufbau auf. Die Auswertung dieses ‚S21-Höckers‘ und der vorgelagerten Streckenabschnitte lassen einen für eine überlastete Infrastruktur charakteristischen Verspätungsaufbau erkennen (Abb. 7). Nur die Zufahrt von Obertürkheim und die Neubaustrecke (außerhalb des Projekts Stuttgart 21) bewirken einen Verspätungsabbau. Allein der Rückstau bei der unmittelbaren Einfahrt in den Hauptbahnhof von im Mittel +7,3 Sek. pro Zug stellt schon den Löwenanteil der +8 Sek.

## 5. Querschnittsthemen

Aus der Kritik an den Gutachten ergeben sich Querschnittsthemen, die geeigneterweise im Zusammenhang angesprochen werden. Dies sind die Fragen der Betriebsprogramme, d.h. des Verkehrsbedarfs und wie er auf Stuttgart abgebildet wird, sowie die Frage der Haltezeiten, die in der Simulationen angenommen werden.

### a) Betriebsprogramme

Wesentlich für die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit eines Stuttgarter Hauptbahnhofs ist die Frage der Entwicklung des Verkehrsbedarfs. Dieser wurde für Stuttgart 21 seit der Machbarkeitsstudie von 1994 in verschiedenen Prognosen, d.h. Betriebsprogrammen bzw. -szenarien weiterentwickelt. Wesentliche Eckdaten der relevantesten dieser Programme werden in Tabelle 2 auf Seite 27 zur besseren Übersichtlichkeit zusammengestellt und mit Eckdaten der Fahrpläne des bestehenden Stuttgarter Hauptbahnhofs verglichen. Zur Diskussion der einzelnen Programme oder Simulationen wird auf die entsprechenden vorausgehenden Abschnitte verwiesen. Im Folgenden sollen jedoch ein paar Querschnittsthemen zu den Betriebsprogrammen angesprochen werden.

**Züge oder Ankünfte und Abfahrten?** Für den Kapazitätsverbrauch einer Eisenbahnanlage ist vor allem die Anzahl der fahrenden Züge entscheidend, d.h. die Anzahl der im Bahnhof an den Bahnsteigen stattfindenden Zughalte. Bei einem grundsätzlich festgelegten Betriebsprogramm (z.B. integraler Taktfahrplan oder nicht) ist die Maximalzahl der Züge wesentlich von der Infrastruktur bestimmt. Dann ist es überwiegend eine Frage des Fahrplans und dabei vordringlich eine Frage des Bedarfs, ob aus der Zahl der Züge etwa mehr Ankünfte und Abfahrten gemacht werden können, indem mittels Durchbindungen die Anzahl der eingesetzten und endenden (abgestellten) Züge reduziert wird. Für das Beförderungsangebot der Reisenden sind die Ankünfte und Abfahrten entscheidend. Wenn aber der Bedarf, wie im Fall von Stuttgart einen hohen Ziel- und Quellverkehr ausweist (Tabelle 3, S. 1), ist insbesondere in den Hauptverkehrszeiten ein vergleichsweise hoher Anteil an Abstellfahrten wirtschaftlich geboten. Darüber hinaus bewirken die vielen in Stuttgart startenden bzw. endenden Fernverkehrsverbindungen einen weiteren Bedarf über den Tag verteilt. Von diesen Fernverkehrsverbindungen werden auch in der Zukunft nur einzelne miteinander verbunden werden können.

Betriebsszenarien im Vergleich	Züge	Veränd./ Anmerk.	Ankünfte + Abfahrt.	Veränd./ Anmerk.	Anteil Ab- stellf.
<b>Betr.pr. 2010</b> , ganz. Tag <sup>a)</sup>	- ? -		452 Abf.		- ? -
<b>Betriebsprogramm 2010</b> <sup>b)</sup> Machbark. 1994, Spitzenst.	35	<b>-7 % ggü. 1996</b>	67	+49 % ggü. 1996	<b>4 %</b>
<b>Betr.pr. 2010</b> Grundtakt	- ? -		- ? -		- ? -
<b>Fahrpl. 1996</b> ganzer Tag <sup>c)</sup>	414		591		29 %
<b>Fahrpl. 1996</b> Spitzenstd. <sup>c)</sup>	37,5	6:40-7:40 Uhr	45		40 %
<b>Fahrpl. 1996</b> Nebenverk. <sup>c)</sup>	21,3		31,4		26 %
<b>Betriebsszenario A</b> <sup>d)</sup> 1997, Spitzenstunde (HVZ)	32	<b>-9 % ggü. 1996</b>	59	<b>+31 % ggü. 1996</b>	<b>8 %</b>
<b>Betriebsszenario A</b> <sup>e)</sup> 1997, Nebenverkehr	<b>(19)</b>	<b>-11 % ggü. 1996</b>	- ? -		- ? -
<b>Betriebsszenario E</b> <sup>d)</sup> 1997, Spitzenstunde	40	<b>+7 % ggü. 1996</b>	79	+76 % ggü. 1996	<b>3 %</b>
<b>Betriebsszenario E</b> <sup>d)</sup> 1997, Nebenverkehr	36,5	<b>Spitzenst./ Nebenv. 1,1!</b>	67,5	+115 % ggü. 1996	<b>8 %</b>
<b>Betriebsszenario 2015</b> (Abfahrten ab Stuttgart) <sup>f)</sup>			468 Abf. (2001: 290)	+61 % ggü. 2001	
<b>Betriebsprogramm 2015</b> Planfestst.verf. 2001 <sup>f)</sup>	567	<b>+37% / +25% ggü.1996/2011</b>	984	+66% / +47% ggü.1996/2011	13 %
<b>Betriebsszenario BVWP</b> <b>2003</b> PFB 2004 <sup>g)</sup>	530	<b>+28% / +17% ggü.1996/2011</b>	856 (+43 % ggü. „derzeit“)	<b>+45% / +28% ggü.1996/2011</b>	19 %
<b>Fahrpl. 2011</b> ganzer Tag <sup>c)</sup>	452		671		26 %
<b>Fahrpl. 2011</b> Spitzenstd. <sup>c)</sup>	38,5	6:50-7:50 Uhr	57		26 %
<b>Fahrpl. 2011</b> Nebenverk. <sup>c)</sup>	23,3		37,4		20 %
<b>Stresstest</b> Finaler Simulationslauf <sup>h)</sup>	49,5	+29 % ggü. 2011	84	+47 % ggü. 2011	15 %

**Tabelle 2:** Betriebsszenarien und Fahrpläne für S21. Ganztageswerte, Spitzenstunden und Nebenverkehrszeit, in der Regel 10-15 Uhr. Dargestellt sind die Züge (Zugfahrten inkl. Abstellfahrten / 2), Ankünfte und Abfahrten (Zugfahrten ohne Abstellfahrten) und der Anteil der Abstellfahrten an den Zugfahrten. Zum Vergleich sind die Fahrplanwerte der Jahre 1996 und 2011 für den Kopfbahnhof angegeben (grau). Rot und fettgedruckt hervorgehoben werden nicht angegebene Daten, deutliche Abweichungen der Wachstumszusagen von 30 % bei den Zügen und 50 % bei den Ankünften/Abfahrten sowie weit unter dem Bedarf liegende Anteile an Abstellfahrten.

**Quellen:** a) Heimerl 1994 Anl. 3B, b) Martin 2005 S. 22, c) Auswertung C. Engelhardt,<sup>26</sup> d) Heimerl 1997 S. 28-45, e) Schwanhäußler 1997 S. 45, 49 in Verbindung mit <sup>d)</sup>, f) PFA 1.1 Erl. S. 30 ff, g) PFB S. 149, 154, h) Ankunfts-/Abfahrtstafel Finaler Simulationslauf v. 09.11.2011

**Ohne Abstellfahrten viele Ankünfte und Abfahrten.** Die Betriebsprogramme für Stuttgart 21 in den Untersuchungen, die dem Urteil des VGH und dem Planfeststellungsbeschluss zugrunde lagen, versprachen zunächst große Steigerungen der Verkehrsleistung, die im Wesentlichen auf einer drastischen Reduktion der Abstellfahrten zurückzuführen ist (Tabelle 2, S. 27). Auf diese Weise werden aus einer gegebenen Anzahl von Zügen deutlich mehr fahrplanmäßige Ankünfte und Abfahrten realisiert. Die tatsächliche Zahl von Zügen, die etwa in der Spitzenstunde fahren sollten, war dabei in den frühen Szenarien sogar geringer geplant worden, als sie etwa schon 1996 fahrplanmäßig fuhren.

Der hohe Anteil von Durchbindungen entspricht nicht der heutigen Praxis und den Erwartungen für einen auch zukünftig sehr hohen Ziel- und Quellverkehr von etwa 84 % im Regionalverkehr. Durch die unterstellten vielen Durchbindungen fahren zu den Stoßzeiten notwendigerweise viele Züge unausgelastet „entgegen der Lastrichtung“. In den letzten Überarbeitungen der Betriebs-szenarien wurde diese nicht bedarfsgerechte Planung teilweise korrigiert.

Über die nicht bedarfsgerechte weitgehende Abschaffung der Abstellfahrten hinaus haben die frühen Betriebsszenarien durch Auffüllung der Nebenverkehrszeiten mit nicht bedarfsgerechtem Zusatzverkehr die Verkehrsleistung überhöht dargestellt (PFB S. 150 f).

**9 % Vorteil des Durchgangsbahnhofs in Ankünften/Abfahrten.** Zu erwarten ist, dass der Anteil der Abstellfahrten vom Bedarf vorgegeben ist. Im Stuttgarter Kopfbahnhof liegt er 2011 bei rund 26 %. Das Betriebsprogramm „BVWP 2003“ enthält einen Anteil von 19 % derartiger Fahrten (PFB S. 154). Inwieweit sich dieser Unterschied mit den höheren Trassenpreisen aufgrund des in S21 weiter entfernten Abstellbahnhofs oder dessen begrenzter Kapazität oder aber einem zukünftig geänderten Bedarf erklärt, kann hier nicht entschieden werden.

Bliebe dieser Unterschied zwischen Kopf- und Durchgangsbahnhof erhalten, hieße das, dass der Durchgangsbahnhof aus 100 Fahrten rund 81 Ankünfte und Abfahrten darstellt und der Kopfbahnhof 74. Das entspricht einem Vorteil von knapp 9,5 %. Dies reicht aber bei weitem nicht, mit den der Planung zugrunde gelegten frühen Betriebsprogrammen die zu erwartende Steigerung des Bedarfs zu befriedigen. Die „Fahrbarkeit“ der späteren Betriebsprogramme mit 51 Zügen pro Stunde (Martin 2005) und 49 Zügen pro Stunde (Stresstest 2011) muss aufgrund der gravierenden systematischen Fehler in den zugrund liegenden Simulationen bezweifelt werden (siehe zuvor).

**Abzubildendes Verkehrswachstum.** Bei einem angestrebten Verkehrswachstum in Ankünften und Abfahrten von rund 50 % (Fin.vertr. Anl. 3.2a) muss dann der Durchgangsbahnhof im Verhältnis zum Kopfbahnhof ein Plus in Zügen pro Stunde von rund 37 % aufweisen. Angewendet auf die 37 Züge in der heutigen Spitzenstunde erhält man einen Zielwert von 51 Zügen pro Stunde.

## **b) Haltezeiten**

Die Haltezeit ist für Durchgangsbahnhöfe eine zentrale Leistungsstellgröße, insofern ist es hier besonders wichtig, dass von regelkonformen und realistischen Annahmen ausgegangen wird. Dennoch hält keine der zum Zweck des Nachweises der Leistungsfähigkeit von Stuttgart 21 angefertigten Untersuchungen die Vorgaben der einschlägigen Bahn-Richtlinie für die Mindesthaltezeiten ein, selbst wenn diese Richtlinie eigens als Referenz angegeben wurde. Sämtliche Studien unterlassen entweder die Berücksichtigung der Abfertigungszeit oder setzen sie unrealistisch gering an. Für den in Stuttgart besonders hohen Fahrgastwechsel muss außerdem ein Aufschlag zur durchschnittlichen Fahrgastwechselzeit berücksichtigt werden. In den meisten Studien werden auch die typischen weiteren notwendigen Beiträge zur Planhaltezeit nicht angesetzt, sondern entgegen der betrieblichen Realität die Planhaltezeit gleich der Mindesthaltezeit gesetzt.

**Haltezeiten als wesentliche Stellgröße für die Leistungsfähigkeit.** Prof. Heimerl stellt selber klar, welche zentrale Bedeutung die Haltezeiten für die zu erwartende Leistungsfähigkeit bzw. Kapazität insbesondere eines Durchgangsbahnhofs haben:

*„Während die Leistungsfähigkeit eines Kopfbahnhofs i.w. von der Leistungsfähigkeit der Gleisverflechtungen im Bahnhofsvorfeld, also dem Fahrstraßenverknüpfungsbereich im Bahnhofskopf, abhängt, wird die Leistungsfähigkeit eines Durchgangsbahnhofs stärker von der Aufenthaltszeit der Züge am Bahnsteig und damit der Zahl der Bahnsteiggleise bestimmt.“ (Heimerl 1994 S. 31)*

**Beiträge der Haltezeit.** Die Beiträge zur Haltezeit sollen im Folgenden vereinfacht dargestellt werden (siehe auch Abb. 4, S. 17).

Zu unterscheiden ist die im Fahrplan veröffentlichte Haltezeit, die im Folgenden Planhaltezeit genannt werden soll, und die planmäßig in der Simulation anzusetzende vollständige Zeit des Stillstands des Zuges, die im Folgenden einfach Haltezeit genannt wird. Diese enthält zusätzlich die Abfertigungszeit, d.h. die Zeit für das Schließen der Türen, die Überprüfung des Schließvorgangs und die Reaktionszeit bis zur Abfahrt des Zuges. Dieser Zeitanteil wurde lediglich zu Beginn der Untersuchungen in 1994 in der Simulation angesetzt, die nachfolgenden Simulationen weisen diesen Bestandteil der Haltezeit nicht aus. Das überrascht, da Heimerl und Schwanhäußler, die Bedeutung dieses Beitrags genau kannten und auch Martin mit den entsprechenden Vorgaben der einschlägigen Bahn-Richtlinie vertraut war.

Für die Simulation wichtig ist die Mindesthaltezeit, auf die der Haltevorgang im Verspätungsfall verkürzt werden kann. Hierzu ist eine Mindest-Fahrgastwechselzeit vorzusehen, die von der Richtlinie mit Mittelwerten für den Fahrgastwechsel vorgegeben wird (405.0103 A 02 S. 3, „Verkehrshaltezeit“). Für das hohe Fahrgast-Aufkommen in Stuttgart ist dieser Mittelwert zu erhöhen (siehe folgender Absatz). Der über diese Mindestfahrgastwechselzeit hinausgehende Zeitanteil der Haltezeit enthält planmäßige Wartezeiten, die aus Belegungen vorausliegender Netzelemen-

Gemäß den Prognosen, die im Rahmen der Machbarkeitsstudie zum Projekt „Stuttgart 21“ erstellt wurden, wäre im Jahr 2010 mit folgenden Reisendenzahlen zu rechnen:

	Ziel- und Quellverkehr	Durchgangsverkehr
Regionalverkehr (ohne S-Bahn)	70 400	13 000
Fernverkehr (ICE, IC, IR)	53 100	54 000
Summe/Tag	123 500	67 000

**Tabelle 3:** Bundesregierung: „Ziel- und Quellverkehr im Zusammenhang mit S21“

te herrühren und Pufferzeiten, die den Verspätungsübertrag abdämpfen sollen, diese Beiträge sollen zusammengefasst als Haltepufferzeit bezeichnet werden.

**Hoher Fahrgastwechsel in Stuttgart.** Stuttgart zeichnet sich unter den Großbahnhöfen Deutschlands als ein Halt mit ausgesprochen hohem Ziel- und Quellverkehr aus. Für den Regionalverkehr werden 84 % Ziel- und Quellverkehr angegeben sowie 16 % Durchgangsverkehr (Tabelle 3).<sup>27</sup> Auf 100 Reisende kommen somit 84 ein- oder aussteigende Personen und 16 Durchreisende, von denen geschätzt 5 umsteigen, d.h. einmal aus- und einmal einsteigen (10 Ein- und Ausstiegsvorgänge). Somit erhält man für 100 Reisende 94 ein- oder aussteigende Personen. Dieser Fahrgastwechsel im Umfang von rund 94 % der Reisenden illustriert die überdurchschnittliche Belastung in Stuttgart.

Dieser Umstand erfordert einen Aufschlag auf die Mittelwerte, die die Richtlinie für die Verkehrshaltezeit für den Fahrgastwechsel vorgibt. Dass eine solche Anpassung an den örtlichen Gegebenheiten regelmäßig stattfindet, erläutert Schwanhäuser (s.a. Weidmann 1995):

*„Die planmäßige Aufenthaltszeit  $t_H$  enthält eine Mindesthaltezeit  $t_{H_{min}}$ , die für einen durchschnittlich starken Reisendenstrom zum Ein- und Aussteigen ausreicht.“ (Schwanhäuser 1997 S. 2)*

Die von der Richtlinie vorgegebene Verkehrshaltezeit als Bestandteil der Mindesthaltezeit entspricht im Wesentlichen der Zeit für den Fahrgastwechsel und hängt damit direkt ab von der Zahl der aus- und einsteigenden Reisenden. Ein Aufschlag auf diese von der Richtlinie gegebene durchschnittliche Fahrgastwechselzeit scheint für den außergewöhnlich hohen Ziel- und Quellverkehr im Hauptbahnhof Stuttgart notwendig.

Schwanhäuser hatte sich noch 1994, begründet mit dem Fahrgastaufkommen in Stuttgart, klar für eine auf mindestens 3 Minuten verlängerte Haltezeit ausgesprochen (Schwanhäuser 1994 S. 14), siehe auch S. 10. Der Versuch von Heimerl, eine Haltezeit von 2 Min. im Fernverkehr als für

<b>S21, Haltezeiten (Min.)</b> Verkehrshaltezeit, Abfertigungszeit, Mindesthaltezeit, mittlere Haltezeit	<b>Fernverkehr</b>			<b>Nahverkehr</b>			<b>S-Bahn</b>		
	Mindesthaltezeit		mittl. Haltezeit	Mindesthaltezeit		mittl. Haltezeit	Mindesthaltezeit		mittl. Haltezeit
	F-wechs.	Abfert.		F-wechs.	Abfert.		F-wechs.	Abfert.	
<b>Richtlinie 405</b> (405.0103 A 02 S. 3)	2,2	0,4-1,0		1,0	0,2-0,6		0,5	0,2-0,3	
<b>Mind. Fahrgastwechselzeit</b> in Stuttgart	2,8		> 3,2-3,8	2,0		> 2,2-2,6	0,8		> 1,0-1,1
<b>Vergleichswerte</b> <sup>1</sup> Köln (min./mittl. Planh.) Hannover	3,0 3,0**		5,6* 3,9*	3,0 4,0		3,6* 5,5*	1,0 2,0		1,0* 2,6*
<b>Heimerl 1994</b> <sup>e)</sup>	<b>2,0</b>	<b>0,2</b>	<b>2,2</b>	2,0	0,2	<b>2,2</b>	<i>(nicht berücksichtigt)</i>		
<b>Heimerl 1997</b> <sup>e)</sup>	<b>2,0</b>	<b>(fehlt)</b>	<b>2,0</b>	2,0	<b>(fehlt)</b>	<b>2,0</b>	<i>(nicht berücksichtigt)</i>		
<b>Martin 2005</b> S. 21	<b>2,2</b>	<b>(fehlt)</b>	<b>2,2</b>	<b>1,0</b>	<b>(fehlt)</b>	<b>1,0</b>	<b>0,5</b>	<b>(fehlt)</b>	<b>0,5</b>
<b>Stresstest 2011</b> <sup>e)</sup>	<b>2,5</b>	<b>(fehlt)</b>	4,9	<b>1,5</b>	<b>(fehlt)</b>	5,5	<b>0,5</b>	<b>(fehlt)</b>	<b>0,5</b>

**Tabelle 4:** Vergleich der Haltezeitbestandteile in den Studien zu Stuttgart 21. Keine der Studien erfüllt die Richtlinie, insbesondere bei den Abfertigungszeiten. Auch wird der hohe Fahrgastwechsel in Stuttgart nicht hinreichend berücksichtigt. Die als Richtwerte anzusehenden Parameter sind dick umrandet, Annahmen der Simulationen, die darunter liegen sind rot und fettgedruckt hervorgehoben (\* Planhaltezeit ohne Abfertigungszeit, \*\* 1 Zug mit 2 Min.) Quellen: e) Heimerl 1994 S. 33; e) Schwanhäußer 1994 S. 14; e) Heimerl 1997 S. 3-6; e) Schwanhäußer 1997 S. 66, 3; e) Audit FP-03 S. 2, Doku. S. 26.

Stuttgart ausreichend nachzuweisen, ging fehl (S. 7). Heimerl fühlte sich immerhin veranlasst, 1994 sein Betriebsprogramm auch für 3 Minuten Haltezeit zu prüfen (Heimerl 1994 S. 36)

Der Blick auf tatsächlich vergleichbare große Durchgangsbahnhöfe mit hohem Fahrgastaufkommen wie Köln oder Hannover bestätigt diese Abschätzung aufgrund der dort tatsächlich im Fahrplan abgebildeten kürzesten Haltezeiten von 3 Minuten. Die mittleren Haltezeiten liegen zwischen 3,5 und 5,5 Minuten.

Tabelle 4 fasst die relevanten Zahlenwerte zusammen. Alle bisherigen Untersuchungen erreichen in nahezu allen Haltezeit-Parametern nicht die für eine realistisch Modellierung abgeschätzten Werte:

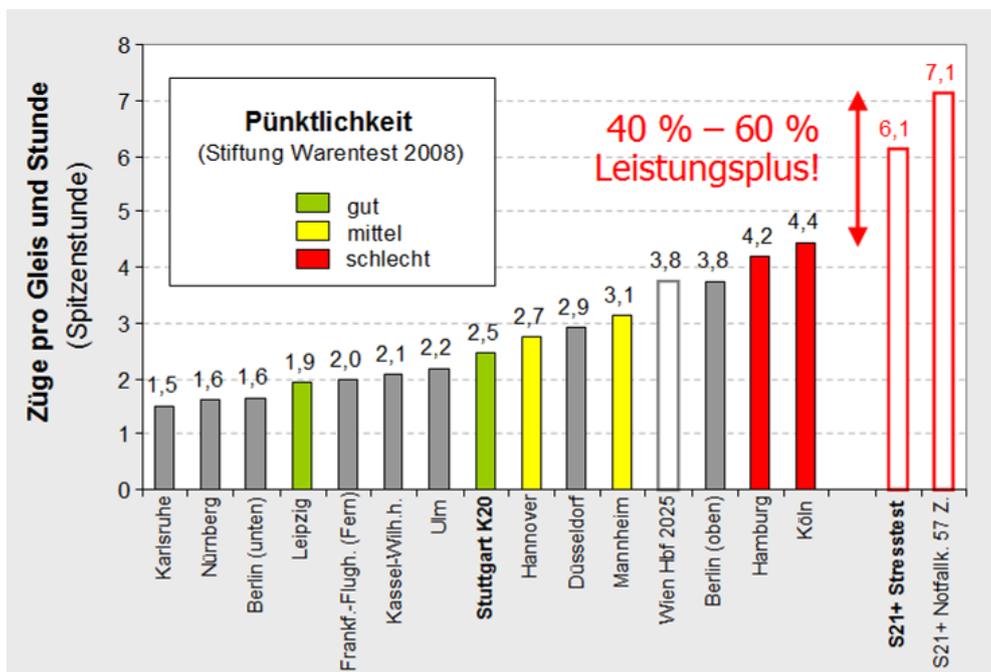
**Abschätzung realistischer Haltezeitbestandteile.** Als Empfehlung für die Durchführung einer realistischen Simulation für Stuttgart Hauptbahnhof werden folgende Abschätzungen gemacht: Als Mindestfahrgastwechselzeit im Fernverkehr werden die schon von Schwanhäußer empfohlenen und auch von Heimerl diskutierten 3 Min. Haltezeit (S. 10 f), also 2,8 Min. Fahrgastwechselzeit plus 0,2 Min. Abfertigungszeit als bedarfsgerechter Wert gewählt. Im Regionalverkehr werden die von Heimerl und Schwanhäußer gewählten 2 Minuten angesetzt. Für die S-Bahn wird der

Wert gewählt, den der Auditor SMA im Stresstest zu Stuttgart 21 für eine Sensitivität empfahl: 48 Sek, also 0,8 Min. (Audit SI-05 S. 6, SI-08 S. 9). Für die Abfertigungszeiten gelten die Vorgaben der Richtlinie. Für realistische Planhaltezeiten kann man sich an den Mittelwerten von Köln und Hannover orientieren. Durchschnittliche Werte über 4 Min. erscheinen wenigstens sinnvoll. Zum Vergleich: Im Stresstest wurden im Fern- und Nahverkehr mittlere Werte von 5 Min. und darüber angesetzt.

## 6. Plausibilisierung

**Plausibilitätsbetrachtungen bestätigen 32 Züge.** Die nach Korrektur der Stresstest-Fehler weiter oben abgeschätzten 32 Züge pro Stunde liegen nahe den Ergebnissen von anderen Plausibilitätsbetrachtungen (siehe Abb. 9 auf der übernächsten Seite).

Im Frühjahr 2011 führte der Verfasser eine Vergleichsstudie an deutschen Großbahnhöfen anhand der Bahnsteiggleisbelegungsrate durch (Engelhardt 2011), die der Betrachtung von Schwanhäuser vor dem VGH entsprach (VGH Rn. 59, Schwanhäuser nannte jedoch keine Vergleichsbahnhöfe für die genannte Belegungsrate). Es wird eine erhöhte Verspätungsanfälligkeit bei den Bahnhöfen mit hoher Belastung in Zügen pro Gleis und Stunde beobachtet (Abb. 8).<sup>28</sup> Dieser Vergleich, insbesondere mit den tatsächlich in Deutschland an der Belastungsgrenze



**Abb. 11:** Vergleich deutscher Großbahnhöfe anhand der durchschnittlichen Bahnsteiggleisbelegungsrate (Daten aus Engelhardt 2011, Köln korrigiert). Die Höchstwerte werden bei den überlasteten Hauptbahnhöfen von Hamburg und Köln gefunden. Stuttgart 21 übersteigt mit den 49 Zügen aus dem Stresstest diese Werte um 40 %, bei Umsetzung des S-Bahn Notfallkonzepts um 60 %. Die technische Grundlage dieses Leistungssprungs ist nach wie vor nicht transparent.

operierenden Bahnhöfen, liefert für einen Bahnhof der Größe und Komplexität von Stuttgart 21 eine nachvollziehbare Kapazität bei vertretbarer Betriebsqualität von rund 32 Zügen pro Stunde.

Der als Durchgangsbahnhof im Fern- und Regionalverkehr gleich groß wie Stuttgart 21 geplante neue Wiener Hauptbahnhof ist auf rund 30 Züge pro Stunde ausgelegt (Engelhardt 2011).

Die Abschätzung über Erfahrungswerte für den Belegungsgrad, wie sie auch im Planfeststellungsverfahren (Heimerl 1994 S. 36) und vor dem VGH (Rn. 59) verwendet wurde, liefert unter Berücksichtigung der im Stresstest angesetzten mittleren Haltezeiten 31 Züge pro Stunde als Kapazität bei vertretbarer Betriebsqualität.<sup>29</sup> Frühere Einschätzungen durch Heimerl (S. 8, Heimerl 1994 S. 36) zur Dimensionierung eines 8-gleisigen Durchgangsbahnhofs führten bei 35 Zügen pro Stunde und einer mittleren Haltezeit von 2 Min. zu tolerierbaren, bei 3 Min. zu grenzwertigen Belegungszeiten. Diese Einschätzungen eines Bahnwissenschaftlers stellen klar, dass die im Stresstest unterstellten 49 Züge pro Stunde bei einer mittleren Haltezeit von 5,3 Min. kaum realisierbar sind.

Anerkannte Maßnahmen zur spürbaren Erhöhung der Kapazität des Bahnhofs, wie der Betrieb als Haltepunkt (mit gleich vielen Zulauf- und Ablaufgleisen wie Bahnsteiggleisen) oder die Planung zweier Bahnsteigkanten für jedes Bahnsteiggleis (sogenannte „spanische Lösung“ für schnellen Fahrgastwechsel) kommen sowohl aus Kostengründen, wie aus räumlichen Zwängen nicht in Frage. Eine vollständige Entmischung der Verkehre oder vollkommene Homogenisierung des Rollmaterials ist nicht vorgesehen. Die unterstellte Signaltechnik (LZB, HalbregeLabstand) ist ähnlich schon heute andernorts im Einsatz (z.B. Köln). Eine Leistungssteigerung durch den angeführten Ringverkehr wird bisher nur behauptet, ist unbewiesen und zweifelhaft (S. 13).

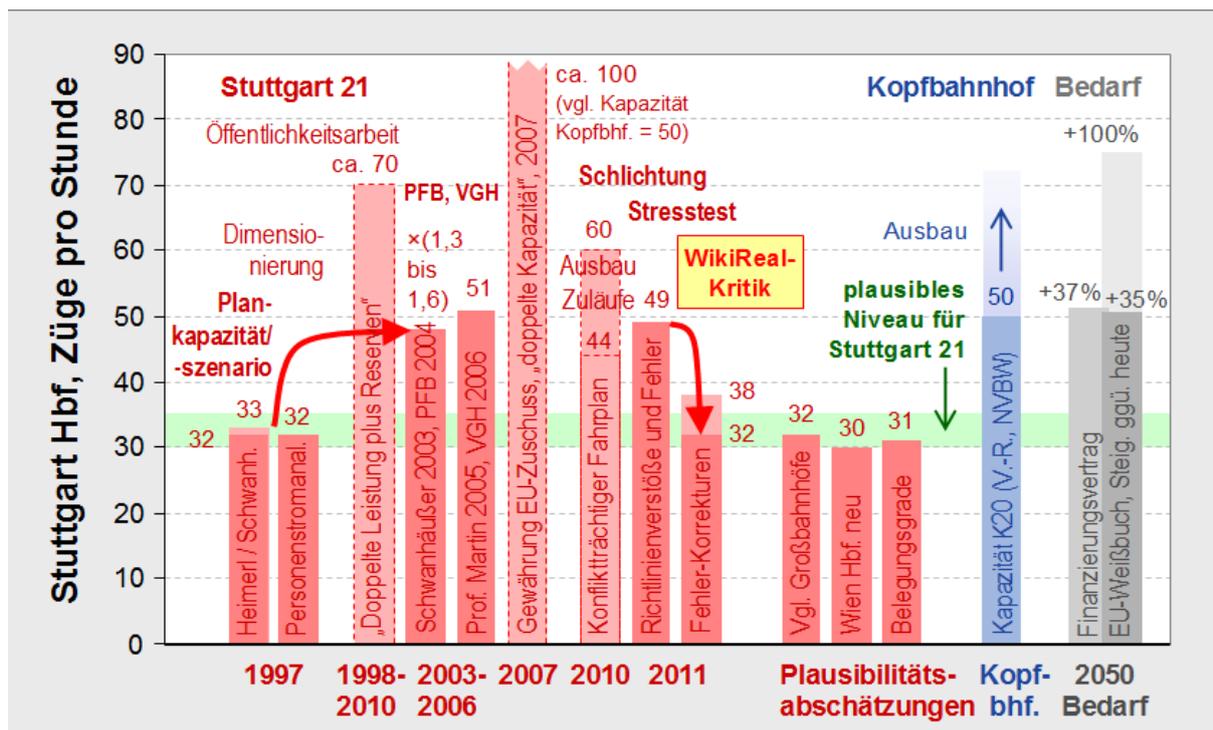
**Leistungssprung in der Begutachtung.** Es verwundert, dass 1997 für Stuttgart 21 lediglich eine Kapazität von maximal 33 Zügen pro Stunde begutachtet worden war (Schwanhäußer 1997 S. 58), 2003 dann auf der selben Infrastruktur plötzlich die 1,3 bis 1,6-fache Leistungsfähigkeit in Aussicht gestellt worden war (Schwanhäußer 2003 S. 24 ff, entsprechend etwa 48 Zügen pro Stunde) und 2005 unter methodischen Fehlern eine überhöhte Zugzahl von bis zu 51 Zügen pro Stunde als Leistungsfähigkeit ermittelt wurde (Martin 2005).

Zwischenzeitlich war etwa in den Projektmagazinen von 1998 und 2002 eine Leistungsverdoppelung durch Stuttgart 21 zugesagt worden.<sup>30</sup> Hiermit wurde bis 2010 in der Öffentlichkeit argumentiert,<sup>31</sup> obwohl ein Leistungszuwachs in dieser Höhe selbst mit den überhöhten Werten von Schwanhäußer in 2003 und Martin in 2005 vor dem VGH nicht erreicht wird. Bemerkenswert ist die Leistungszusage gegenüber der EU im Zuge des Antrags auf Zuschüsse auf die TEN-Förderung der Neubaustrecke. Hier wird im Unterschied zum Kopfbahnhof festgestellt:

*„Stuttgart 21 hat als Durchgangsbahnhof die doppelte Leistungsfähigkeit.“<sup>32</sup>*

*„When realised, these works are expected to double the station's capacity.“<sup>33</sup>*

Ausgehend von einer Kapazität von 50 Zügen pro Stunde des Kopfbahnhofs (siehe oben) entspräche das rund 100 Zügen pro Stunde für Stuttgart 21.



**Abb. 14:** Gegenüberstellung der Angaben zur Leistungsfähigkeit des Hbf Stuttgart. Sämtliche zwischenzeitlich überhöhten Kapazitätsaussagen zu S21 hatten keinen Bestand. Die WikiReal-Kritik entspricht den Plausibilitätsabschätzungen und den ursprünglichen Berechnungen und Grundlagen der Dimensionierung durch die Projektbetreiber.

**Die Bahn unterstellt lediglich 32 Züge pro Stunde.** Dass die Bahn bei der Konzeption von Stuttgart 21 von 32 Zügen pro Stunde ausging und auch heute immer noch ausgeht, belegen die folgenden Unterlagen:

Das seinerzeitig wesentliche Betriebsszenario A für die Auslegung des Bahnhofs weist nur 32 Züge in der Hauptverkehrszeit aus (Heimerl 1997 S. 42-45). Szenario E hat wegen des nicht beschlossenen und finanzierten Ausbaus der P-Option keine Verbindlichkeit und ist außerdem aufgrund des verschwindend geringen Verhältnisses von Hauptverkehrs- zu Nebenverkehrszeit von 1,1 (die Nebenverkehrszeit ist gegen den Bedarf aufgefüllt), der nahezu abgeschafften Abstellfahrten, sowie der niedrigen Haltezeiten nahe 2 Min. kein realistisches Betriebsprogramm. Schwanhäuser bestimmte auf dieser Basis als Kapazitätsgrenze ohne weitere Ausbaumaßnahmen 33 Züge pro Stunde (Schwanhäuser 1997 S. 58). Hiervon musste in der Planung ausgegangen werden.

Die Personenstromanalyse der Gutachter Durth und Roos aus dem Jahr 1998 gibt 32 Züge pro Stunde an als Vorgabe der DB Projekt GmbH für die „Leistungsfähigkeitsbetrachtung“ (Durth-Roos 1998 S. 14). Eine Leistungsfähigkeitsbetrachtung macht nur Sinn bei der regelmäßig zu erwartenden Höchstbelastung des Bahnhofs also der Zugzahl in der Spitzenstunde. Die „Dimensionierung der verkehrlichen Anlagen“ auf 32 Züge pro Stunde macht nur Sinn, solange auch die

Gleisanlage auf 32 Züge pro Stunde dimensioniert ist, da sowohl der Zugangsbereich ebenso wenig wie die Gleisanlagen mit vertretbarem Aufwand erweiterbar sind.

Dieses Gutachten wurde 2009 aktualisiert.<sup>34</sup> Der „Endzustand“ berücksichtigt erneut nur 32 Züge pro Stunde (Durth-Roos 2009 S. 15). Nach wie vor wird offenbar während der Lebenszeit des Bahnhofs von nicht mehr als 32 Zügen in der Spitzenstunde ausgegangen, obwohl heute im Kopfbahnhof 38,5 Züge fahren (mit Spielraum für 2 Sonderzüge) und der Verkehrsbedarf deutlich wachsen soll.

## **7. Fazit**

Nach Bewertung der vorliegenden Gutachten und Stellungnahmen sowie des sogenannten „Stresstests“ zu Stuttgart 21, nach der Abschätzung der Fehler in diesen Arbeiten sowie dem Vergleich mit anwendbaren Plausibilitätsabschätzungen schließt der Unterzeichner, dass mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit für Stuttgart 21 in der Praxis mit der geplanten Infrastruktur eine Leistungsfähigkeit von 38 Zügen pro Stunde bei einer akzeptablen Betriebsqualität für ein bedarfsnahes Betriebsprogramm nicht überschritten werden kann.

Eine ausführlichere Begründung und Erläuterung der Darstellungen kann nachgereicht werden.

Garching, 07.06.2012

gez. Christoph Engelhardt

## Referenzen

- Audit* SMA und Partner AG, „Audit zur Betriebsqualitätsüberprüfung Stuttgart 21, Schlussbericht“, 21.07.2011 ([pdf](#))
- Bosse 1994* Gunnar Bosse, „Leistungsfähigkeit und Leistungsverhalten in Abhängigkeit von der Anlagengestaltung und dem Betriebsprogramm.“ Diplomarbeit. Betreut von Ullrich Martin. TU Braunschweig, Institut für Verkehr, Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung, 1994
- Doku.* DB Netz AG, „Stresstest Stuttgart 21, Fahrplanrobustheitsprüfung“, 30.06.2011 ([pdf: Teil 1, Teil 2, Netzgrafik](#))
- Durth-Roos 1998* Durth Roos Consulting GmbH, „Stuttgart 21 – Hauptbahnhof, Personenstromanalyse und Definition der Grundlagen für die Dimensionierung der verkehrlichen Anlagen“, Februar 1998 ([pdf-Auszug](#))
- Durth-Roos 2009* Durth Roos Consulting GmbH, „Stuttgart 21 – Hauptbahnhof, Personenstromanalyse (Endzustand)“, 09.2009
- Engelhardt 2011* C. M. Engelhardt, "Stuttgart 21: Leistung von Durchgangs- und Kopfbahnhöfen", in "Eisenbahn-Revue International", Heft 6/2011, S. 306-309, Minirex-Verlag, Luzern, 2011 ([pdf](#))
- Fin.vertr. Anl. 3.2a* „Betriebsszenario“, Anlage 3.2a Anhang 1 zum Finanzierungsvertrag vom 02.04.2009, Ziff. 3.2, S. 6
- Heimerl 1994* Gerhard Heimerl et al., „Projekt Stuttgart 21, Machbarkeitsstudie Verkehrliche und betriebliche Untersuchung, betriebs- und gesamtwirtschaftliche Bewertung Ergebnisbericht der Fachgruppe 2“, 1994
- Heimerl 1997* Gerhard Heimerl et al., „Stuttgart 21 Ergänzende betriebliche Untersuchungen, Teil II, Kapazitätsreserven beim geplanten Stuttgarter Hauptbahnhof sowie beim Betriebskonzept Stuttgart 21“
- Hertel 1982* Günter Hertel, „Umfassendere Einschätzung von Bedienungssystemen durch Spitzenfaktor und Variationskoeffizient.“ W Z Hochsch. Verkehrsw. 29 (1982) 5, Sonderbeilage Beiträge zur Weiterentwicklung der technologischen Grundlagen von Transport- u. Nachrichtenverkehrsprozessen, S. 48-92
- Hertel 1992* Günter Hertel, „Die maximale Verkehrsleistung und die minimale Fahrplanempfindlichkeit auf Eisenbahnstrecken“, Eisenbahntechnische Rundschau, 41 (1992) 10, S. 665-671
- Martin* Ullrich Martin et al. (VWI Verkehrswissenschaftliches Institut Stuttgart GmbH), „Vergleich der Leistungsfähigkeiten und des Leistungsverhaltens des neuen Durchgangsbahnhofes (S21) und einer Variante umgestalteter Kopfbahnhof (K21) im Rahmen der Neugestaltung des Stuttgarter Hauptbahnhofes (Abschlussbericht).“ Veröffentlicht in: Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.): Stuttgart 21 – Diskurs, Stuttgart 2007, S. 2287–2369 ([pdf](#))
- Pachl* Jörn Pachl, „Systemtechnik des Schienenverkehrs: Bahnbetrieb Planen, Steuern und Sichern“, Gabler Wissenschaftsverlage, 2011 ([GBS](#))
- PFA 1.1 Erl.* DBProjekt GmbH, „PFA 1.1 Erläuterungsbericht Teil 1 Allgemeiner Teil“
- PFB* 28.01.2005, Planfeststellungsbeschluss nach § 18 Abs. 1 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) für den Umbau des Bahnknotens Stuttgart „Projekt Stuttgart 21“ Planfeststellungsabschnitt 1.1 (Talquerung mit neuem Hauptbahnhof) (Az.: 59160 PAPS 21-PFA 1.1 Talquerung) ([pdf](#))
- Potthoff 1965* Gerhart Potthoff, "Der Spitzenfaktor", Deutsche Eisenbahntechnik, Berlin, 13 (1965) 1, S. 4 – 7
- Potthoff Bd. 5* Gerhart Potthoff, „Verkehrsströmungslehre Bd. 5, Bedienungstheorie“, transpress VEB Verlag für Verkehrswesen, Berlin (1975)
- Richtlinie 405* DB Netz AG, Richtlinie 405 „Fahrwegkapazität“, Stand 01.01.2008 (wenn nicht anders bezeichnet)

Schaer 2006 Thorsten Schaer, Gert Heister et al., "Eisenbahnbetriebstechnologie", Bahn Fachverlag, 2006, unveränderter Nachdruck 2009 (GBS)

Schmidt 2009 Christine Schmidt, Dissertation „Beitrag zur experimentellen Bestimmung der Wartezeitfunktion bei Leistungsuntersuchungen im spurgeführten Verkehr“, Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart, 2009 (pdf)

Schwanhäußer 1994 Wulf Schwanhäußer, „Eisenbahnbetriebswissenschaftliches Gutachten zur Kapazität des geplanten Bahnhofes Stuttgart Hbf Tief im Vergleich mit dem bestehenden Kopfbahnhof Projekt Stuttgart 21“, 11.1994

Schwanhäußer 1997 Wulf Schwanhäußer, „Stuttgart 21 Ergänzende betriebliche Untersuchungen, Teil 3, Leistungsverhalten und Bemessung des geplanten Stuttgarter Hauptbahnhofes und seiner Zulaufstrecken“, Verkehrswissenschaftliches Institut der RWTH Aachen, 20.07.1997

Schwanhäußer 2003 21.02.2003, Wulf Schwanhäußer, „Entgegnungen auf die Einwendungen gegen das Projekt Stuttgart 21“

VGH Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg 5. Senat, Aktenzeichen 5 S 848/05, „Erfolgreiche Klage eines mit enteignungsrechtlicher Vorwirkung betroffenen Miteigentümers eines Grundstücks gegen den Planfeststellungsbeschluss für den Umbau des Bahnknotens Stuttgart“, 06.04.2006 (Randnummern nach [landesrecht-bw.de](http://landesrecht-bw.de))

Vieregg-Rössler 2011 Vieregg Rössler GmbH, Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Stuttgarter Hauptbahnhofes in seiner heutigen Gleiskonfiguration – Abschlussbericht – vom 27.10.2011 (pdf)

Weidmann 1995 Ulrich Weidmann, „Grundtagen zur Berechnung der Fahrgastwechselzeit“, Schriftenreihe des IVT, Nr. 106, Zürich, Juni 1995

WikiReal [http://de.wikireal.org/wiki/Stuttgart\\_21/Stresstest](http://de.wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Stresstest)

## Fußnoten

- <sup>1</sup> Eine Besonderheit ist die sogenannte „Bahnsteigwende“, d.h. ein endender Zug bleibt im Bahnsteiggleis stehen, um dann später mit neuer Zugnummer, aber womöglich auf der gleichen Strecke wieder zurück- oder weiterzufahren.
- <sup>2</sup> Arbeitsgemeinschaft Intraplan Consult GmbH München, Verkehrswissenschaftliches Institut an der Universität Stuttgart VWI, „Stuttgart 21, Erarbeitung eines Mengengerüstes Personenfern- und -nahverkehr für vertiefende Variantenuntersuchungen, Erläuterungsbericht“, 03.1997
- <sup>3</sup> Peter Reinhart, "Zwischen technischer Machbarkeit, Transparenz und Kundennutzen – Der »Stresstest« für das Projekt »Stuttgart 21«", Eisenbahn-Revue International 07/2011 ([spdnet.sozinfo.de](http://spdnet.sozinfo.de))
- <sup>4</sup> Internationaler Eisenbahnverband UIC (Hrsg.), "Capacity", UIC Code 406, 1st edition, 2004, S. 18 / Bl. 22 f ([banportalen.banverket.se](http://banportalen.banverket.se))
- <sup>5</sup> Banverket: 1) Capacity for railway lines, August 6th 2007. 2) Banverket guidance for calculation – Appliance for socio-economic calculations in the railway sector, BVH 706, 2007 (schwedisch). Zitiert in: Alex Landex, "Capacity Statement for Railways", Annual Transport Conference at Aalborg University 2007, S. 6 ([trafikdage.dk](http://trafikdage.dk))
- <sup>6</sup> 15.12.2011, SMA und Partner AG an das Ministerium für Infrastruktur und Verkehr Baden-Württemberg, „Stellungnahme zu öffentlich formulierten Vorwürfen im Rahmen der Betriebsqualitätsüberprüfung Stuttgart21“
- <sup>7</sup> 14.03.2012, Protokoll „Besprechung railsys wikireal“, am 14. März 2012 im Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg
- <sup>8</sup> 09.06.2011, SWR Fernsehen, "Zur Sache Baden-Württemberg", 17. Minute, Dr. Volker Kefer
- <sup>9</sup> Christoph Engelhardt, offene Briefe: 07.06., 11.07. und 31.07.2011. Antworten des Projektsprechers: 28.06., 21.07.2011
- <sup>10</sup> 01.2007, [pro-bahn-bw.de](http://pro-bahn-bw.de), „Der Fahrgast“ 1/2007, S. 27 f, „Kein Geld für »Stuttgart 21«?“ Siehe auch: 26.10.2010, [stuttgarter-zeitung.de](http://stuttgarter-zeitung.de), „Umstrittenes Gutachten zur Leistungsfähigkeit“.
- <sup>11</sup> 29.10.2010, 2. Tag der Faktenschlichtung zu S21, 16:03 Uhr, Boris Palmer

- <sup>12</sup> 05.11.2010, [vcd.org](http://vcd.org), „VCD zieht Zwischenbilanz zu den Stuttgart 21-Schlichtungsgesprächen“
- <sup>13</sup> Jörn Pahl, „Systemtechnik des Schienenverkehrs“, Gabler (2011) ([GBS](#))
- <sup>14</sup> 22.10.2010, 1. Tag der Faktenschlichtung zu S21, [14:19 Uhr](#), Ingulf Leuschel
- <sup>15</sup> 21.11.2011, Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg, "Prüfung der Untersuchung 'Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Stuttgarter Hauptbahnhofs in seiner heutigen Gleiskonfiguration' der Vieregg-Rössler GmbH" ([pdf](#))
- <sup>16</sup> [WikiReal / Anforderungen#Kapazität\\_des\\_heutigen\\_Kopfbahnhofs\\_bei\\_rund\\_50\\_Zügen\\_pro\\_Stunde](#)
- <sup>17</sup> 17.11.2011, [stuttgarter-zeitung.de](http://stuttgarter-zeitung.de), "Wissenschaftler werfen Bahn Trickserei vor"  
18.11.2011, [stuttgarter-zeitung.de](http://stuttgarter-zeitung.de), "Internetplattform WikiReal wirft Bahn Verstöße bei Stresstest vor"
- <sup>18</sup> 29.07.2011, Stresstest-Präsentation, [14:44 Uhr](#), Boris Palmer ([Foliensatz](#))
- <sup>19</sup> 10/11.2011, Felix Berschin, „Stress mit dem Stresstest?“, Eisenbahn-Revue International Heft 10/11, S. 510 f. ([pdf](#))
- <sup>20</sup> 20.03.2012, [mvi.baden-wuerttemberg.de](http://mvi.baden-wuerttemberg.de), „Minister Hermann: Angebliche Mängel bei Berechnung der Leistungsfähigkeit von Stuttgart 21 werden geprüft – Gespräche mit Bahn, SMA und S-21-Kritikern“
- <sup>21</sup> 14.03.2012, [tagblatt.de](http://tagblatt.de), „Bahn-Chef Rüdiger Grube begeisterte 600 Volksbank-Mitglieder“
- <sup>22</sup> 18.11.2011, [sma-partner.ch](http://sma-partner.ch), „Pressekonferenz zu Stuttgart 21“ (wurde zwischen dem 06.03.2012 und 15.03.2012 von der SMA-Homepage heruntergenommen, nachzulesen hier: [drehscheibe-foren.de](http://drehscheibe-foren.de)). Siehe auch: 21.11.2011, [stuttgarter-zeitung.de](http://stuttgarter-zeitung.de), „Einen wunden Punkt getroffen“
- <sup>23</sup> 21.06.2011, Sprecherbüro "Wie wird der Stresstest für Stuttgart 21 durchgeführt?" Thorsten Schaar: Optimal Verspätungserhaltung, dann Verspätungsaufbau, dann starker Verspätungsaufbau (mangelhaft) ([youtube](#), Min. 5:54)
- <sup>24</sup> 04.07.2011, ZDF heutejournal "Bahnprojekt Stuttgart 21 im Stresstest". Prof. Martin: Verspätungsabbau ist gute Betriebsqualität ([youtube](#), Min. 2:19)
- <sup>25</sup> 2009, Qualitätsflyer Verband Region Stuttgart ([region-stuttgart.org](http://region-stuttgart.org))
- <sup>26</sup> Die Auswertung der Ankunfts- und Abfahrtstafeln ist mit der Unsicherheit behaftet, dass nicht genau bekannt ist, welche Züge eine „Bahnsteigwende“ durchführen, d.h. nach Aufenthalt am Bahnsteiggleis mit neuer Zugnummer abfahren. Die Unsicherheit betrifft die ermittelte Anzahl der Züge und die Zahl der Abstellfahrten, Ankünfte und Abfahrten sind davon nicht betroffen. In der zeitlichen Verteilung ergeben sich zudem kleine Variationen aus den Annahmen für die nicht bekannten Zeiten der Bereitstellung und Abstellung beginnender und endender Züge. Pragmatischerweise werden diese Züge als ganzer Zug zur Ankunfts- bzw. Abfahrtszeit gezählt und nicht als halber Zug zur Fahrplanzeit sowie zu einer angenommenen Abstellzeit. Aus der Fülle der durchgeführten Untersuchungen zeigt sich, dass die Unsicherheit in der Regel kaum mehr als einen Zug betragen.
- <sup>27</sup> 16.08.1995, Antwort der Bundesregierung, „Ziel- und Quellverkehr im Zusammenhang mit S21 (Bundestagsdrucksache 13/2161, [pdf](#))
- <sup>28</sup> 2008, Heft 2, [test.de](http://test.de), „Wie pünktlich fahren die Züge wirklich?“
- <sup>29</sup> [WikiReal / Plausibilisierung#Realistischer\\_Belegungsgrad:\\_31\\_Züge\\_/\\_Stunde](#)
- <sup>30</sup> Projektmagazin 1998, S. 1: „... kann die Zahl der Ankünfte und Abfahrten in der Hauptverkehrszeit mehr als verdoppelt werden.“ Projektmagazin Frühjahr 2002: „Mehr als doppelt so viel Züge wie bisher können den neuen Durchgangsbahnhof anfahren.“
- <sup>31</sup> 14.04.2010, [stuttgarter-zeitung.de](http://stuttgarter-zeitung.de), „Diskussion über Stuttgart 21, Alle gegen einen“  
22.10.2010, 1. Tag der Faktenschlichtung, [14:36 Uhr](#), Dr. Florian Bitzer
- <sup>32</sup> 12.12.2008, Kommission der Europäischen Gemeinschaften, „Entscheidung über die Gewährung eines Zuschusses für eine Maßnahme bezüglich der Gewährung eines Gemeinschaftszuschusses für Vorhaben von gemeinsamem Interesse „Aus- und Neubaustrecke Stuttgart-Wendlingen einschl. Stuttgart 21“ - 2007-DE-17200-P - auf dem Gebiet der transeuropäischen Verkehrsnetze (TEN-V) ([pdf](#))
- <sup>33</sup> [tentea.ec.europa.eu](http://tentea.ec.europa.eu), „2007-DE-17200-P, Works for the construction of the high speed line between Stuttgart and Wendlingen, Part of Priority Project 17“
- <sup>34</sup> 15.05.2012, [direktzu.de](http://direktzu.de), Projektsprecher Wolfgang Dietrich, „Vertiefte Überprüfung der Personenverkehrsströme“