



**Ermittlung der Leistungsfähigkeit
des Stuttgarter Hauptbahnhofs
in seiner heutigen Gleiskonfiguration**

- Abschlußbericht -

Auftraggeber:

Ingenieure 22

Alexander Käck

München, den 27. Oktober 2011



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzfassung	4
1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung	7
2. Ablauf der Untersuchung, Untersuchungsraum und Methodik	9
2.1 Grundlage und Vorgehensweise der Untersuchung über die Leistungsfähigkeit des heutigen Stuttgarter Hauptbahnhofs	9
2.2 Untersuchungsraum	10
2.3 Methodik der Bildfahrplan-Erstellung	11
3. Untersuchungsschritte im Einzelnen	13
3.1 Gleisplan des Gleisvorfeldes Stuttgart Hbf als Grundlage der Untersuchung	13
3.2 Zuordnung der Bahnsteiggleise zu den Zulaufstrecken-Gleisen	14
3.3 Optimierte Gleisbelegung in Stuttgart Hbf von 7 bis 8 h	15
3.4 Betriebskonzept der Untersuchung mit zusätzlichen Zugankünften während der Spitzenstunde	16
3.4.1 S-Bahn-Gleise als Zulaufstrecken zum Kopfbahnhof	16
3.4.2 Gäubahn	18
3.4.3 Zeitfenster für die Belegung der Gleise 7 bis 16 mit zusätzlichen Zügen	19
3.5 Leistungsfähigkeit der Zulaufstrecken hinsichtlich zusätzlicher Züge	20
4. Ergebnis der Untersuchung	23
5. Mögliche weitere Untersuchungsschritte	26



Anhang 1: Abbildungen

Abb. 1: Untersuchungsraum

Abb. 2: Gleisplan der Untersuchung

Abb. 3: Gleisbelegungsplan

Abb. 4: Exemplarischer Bildfahrplan Stuttgart - Bietigheim-Bissingen Ferngleise

Abb. 5: Exemplarischer Bildfahrplan Stuttgart - Bietigheim-Bissingen S-Bahn-Gleise

Abb. 6: Exemplarischer Fahrplantabelle Stuttgart - Bietigheim-Bissingen Ferngleise

Abb. 7: Exemplarischer Fahrplantabelle Stuttgart - Bietigheim-Bissingen S-Bahn-Gleise

Anhang 2:

Sämtliche Bildfahrpläne

Sämtliche tabellarische Fahrpläne



Kurzfassung

Der von der DB AG selbst durchgeführte sogenannte Stresstest für den zukünftigen Tiefbahnhof des Projekts Stuttgart 21 (abgekürzt S21) kam bekanntlich zum Ergebnis, dass der geplante neue Durchgangsbahnhof mit 49 Zugankünften in der morgendlichen Spitzenstunde von 7 bis 8 h 30% mehr Züge bewältigen könne, als heute im Kopfbahnhof verkehren (35 ankommende Regelzüge plus 2 Sonder- und Verstärkerzüge, zusammen 37 Zugankünfte). Daraus wurde von den S21-Befürwortern und insbesondere auch von den meisten Berichterstattern in den Medien der vollkommen falsche Schluß gezogen, dass der S21-Tiefbahnhof um 30% leistungsfähiger als der bestehende Kopfbahnhof sei. Um in der Frage der Leistungsfähigkeit von heutigem Kopfbahnhof und geplantem Tiefbahnhof endlich Klarheit zu erhalten, wurde in der vorliegenden Studie detailliert untersucht, wie leistungsfähig der Kopfbahnhof in Stuttgart in seiner heutigen Gleiskonfiguration incl. seiner bestehenden Zulaufstrecken tatsächlich ist.

Die Grundlage für diese Untersuchung bildet der heutige Fahrplan für die Zulaufstrecken zum Stuttgarter Hauptbahnhof (Hbf) incl. des gültigen Ankunfts- und Abfahrtsplans dieses Kopfbahnhofs. Anhand dieser Unterlagen konnten Zeitfenster identifiziert werden, in denen zusätzliche Züge unter Vermeidung von Fahrstraßenkreuzungen in den Stuttgarter Hbf zur Spitzenstunde 7 bis 8 h einfahren können. Mit Hilfe von Bildfahrplänen, die per Computerprogramm durch Simulationen aller relevanten Zugfahrten erzeugt wurden, konnte geklärt werden, dass auch die Zulaufstrecken die erforderliche Leistungsfähigkeit besitzen, um die in Stuttgart Hbf möglichen zusätzlichen Züge über die Zugfahrten des heutigen Fahrplans hinaus überhaupt zu bewältigen. Hierzu wurde das gesamte S-Bahn-Netz des Verbundraumes Stuttgart - mit Ausnahme des Streckenasts Wendlingen - Kirchheim (Teck) der Linie S1 - sowie die Fernbahn-Gleise betrachtet, welche parallel zu den S-Bahn-Gleisen von Stuttgart Hbf nach Bietigheim-Bissingen und von Stuttgart Hbf über Bad Cannstatt nach Plochingen und nach Waiblingen verlaufen (siehe Abb. 1).

Als weitere Grundlage der Untersuchung wurde bezüglich der Bahnsteiggleise im Stuttgarter Kopfbahnhof und des dazu gehörenden Gleisvorfeldes, das sich derzeit im Umbau befindet, ein konkreter Gleisplan (mit minimalen Korrekturen gegenüber dem derzeitigen Bauzustand) definiert und zugleich wurde eine systematische Zuordnung der Bahnsteiggleise zu den Zulaufstrecken-Gleisen vorgenommen (siehe Abb. 2).



Nach dieser systematischen Zuordnung verfügt der Stuttgarter Kopfbahnhof über drei Gruppen von Bahnsteiggleisen:

- (1) die Gleise 1a bis 5a, auf denen (Regional-) Züge über die S-Bahn-Gleise der beiden Strecken von/nach Feuerbach und von/nach Bad Cannstatt ein- und ausfahren
- (2) die Gleise 5b und 6, die der Ankunft und Abfahrt von Zügen der Gäubahn (von/nach Vaihingen - Herrenberg / - Stuttgart Flughafen) dienen
- (3) die Gleise 7 bis 16, auf denen die Regional- und Fernzüge über die Fernbahngleise aus/in Richtung Feuerbach und Bad Cannstatt ein- und ausfahren.

Es lassen sich folgende zusätzliche Züge über die laut heutigem Fahrplan ankommenden Züge hinaus einsetzen:

In der **Gleisgruppe (1)** kommen von 7 bis 8 h morgens 4 zusätzliche Züge (Verstärkerzüge) der Linie S6 von Renningen über Leonberg als Express-S-Bahn sowie 2 Verstärkerzüge der Linie S4 von Backnang über Marbach und Ludwigsburg, ebenfalls als Express-S-Bahn, in Stuttgart Hbf an. Hierbei wird unterstellt, dass zwischen Zuffenhausen und dem Stuttgarter Hbf die Leit- und Sicherungstechnik (Blockteilung) bei Bedarf soweit ertüchtigt wird, dass auch hier - wie bereits im Abschnitt von Bad Cannstatt zum Hbf - eine Zugfolge im Zeitabstand von 2,5 Minuten möglich wird.

In der **Gleisgruppe (2)** sind von 7 bis 8 h morgens zusätzlich zu den 3 heute ankommenden Regionalzügen der Gäubahn noch 3 Airport-Express-Züge möglich, die im 20-Minuten-Takt und mit einer Fahrzeit von lediglich 20 Minuten von Stuttgart Hbf zum Flughafen Stuttgart und umgekehrt verkehren.

In der **Gleisgruppe (3)** ist von 7 bis 8 h morgens die Kapazität für 9 zusätzliche Zugankünfte vorhanden, davon 4 auf den Fernbahn-Gleisen aus Richtung Feuerbach und 5 auf den Fernbahn-Gleisen aus Richtung Bad Cannstatt. Hierbei wird darauf geachtet, dass diese zusätzlichen Züge aus Sicht der Fahrgäste sinnvolle Fahrplanlagen haben, also mit einem gewissen Zeitabstand zu einem in derselben Relation vorausfahrenden Zug wie auch zu dem nächst folgenden Zug. Ohne diese Einschränkung wäre über den heutigen Fahrplan hinaus sogar noch eine weitere zusätzliche Zugankunft in der Spitzenstunde am Morgen möglich.

In der Summe führt dies zu dem **Ergebnis**, dass der **vorhandene Kopfbahnhof 56 Zugankünfte von 7 bis 8 h morgens** bewältigen kann (siehe Tab. 1).



Somit ist die Leistungsfähigkeit des heutigen Kopfbahnhofs um rund 14% höher als die Leistungsfähigkeit des geplanten Tiefbahnhofs (49 Zugankünfte von 7 bis 8 h laut sogenanntem Stresstest). Gegenüber dieser hohen Leistungsfähigkeit des heutigen Kopfbahnhofs stellt der beim Projekt S21 geplante Tiefbahnhof zweifellos einen Rückbau dar, und dies trotz der geplanten Investitionen in Milliardenhöhe.

Da der vorhandene Kopfbahnhof im Gegensatz zum Tiefbahnhof von Stuttgart 21 an die S-Bahn-Gleise angeschlossen ist, kann er zusätzliche Züge von Linien des S-Bahn-Verkehrs aufnehmen, bei denen schon heute Überlastungen erkennbar sind, während beim Stresstest für Stuttgart 21 zusätzliche Züge unterstellt wurden, für die kein wirklicher Bedarf besteht, insbesondere mehrere zusätzliche Fernzüge über die Neubaustrecke von Ulm.

Die ermittelten 56 Zugankünfte kann der bestehende Kopfbahnhof mit einer guten Betriebsqualität bewältigen, da einige mögliche Fahrplantrassen, vor allem auf den S-Bahn-Gleisen, noch gar nicht genutzt werden. Würden alle Fahrplantrassen verwendet, was jedoch zu einer schlechteren Betriebsqualität führen würde, so wären von 7 bis 8 h sogar 67 Ankünfte im Stuttgarter Hbf möglich - gegenüber S21 eine Steigerung der Leistungsfähigkeit um rund 37%.



1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

In der Abschlußsitzung des Schlichtungsverfahrens zum Projekt Stuttgart 21 (im folgenden abgekürzt als S21) verkündigte Dr. Heiner Geißler in seinem Schlichterspruch als Forderung Nr. 12: "Die Deutsche Bahn AG verpflichtet sich, einen Stresstest für den geplanten Bahnknoten Stuttgart 21 anhand einer Simulation durchzuführen. Sie muß dabei den Nachweis führen, dass ein Fahrplan mit 30 Prozent Leistungszuwachs in der Spitzenstunde mit guter Betriebsqualität möglich ist." [Schlichtungssitzung vom 30.11.2010, Wortprotokoll] Im Stresstest, der diesem Schlichterspruch zufolge 2011 durch die DB AG selbst durchgeführt wurde, kam die DB AG zu dem Ergebnis, dass der im Rahmen von S21 geplante 8-gleisige Tunnelbahnhof in der Spitzenstunde werktags von 7 bis 8 h als Maximalleistung 49 Zugankünfte bewältigen könne. Dies sei eine Leistungssteigerung von mehr als 30% gegenüber den heutigen Zugankünften im vorhandenen Kopfbahnhof in Stuttgart, der laut derzeit gültigem Fahrplan nur auf 37 Zugankünfte von 7 bis 8 h komme (35 Züge laut Fahrplan plus 2 außerfahrplanmäßige Verstärkerzüge). Nach bestandem Stresstest folgte die Presse daraus: "Stuttgart 21 sei um 30 Prozent leistungsfähiger als der jetzige Kopfbahnhof, sagen die Gutachter." [Süddeutsche Zeitung vom 21.7.2011: Stuttgart 21 besteht Stresstest] Diese inzwischen weit verbreitete Aussage ist jedoch grundlegend falsch und wurde weder von der Deutschen Bahn AG noch vom Schweizer Büro SMA so getroffen. Dieses Mißverständnis bei der Interpretation des Stresstest-Ergebnisses wird im folgenden erklärt.

Bei der "Leistung" eines Bahnhofs wie auch beispielsweise bei der Leistung eines Automotors muß zum einen die aktuelle Leistung und zum anderen die theoretisch mögliche maximale Leistungsfähigkeit, also die Leistungsobergrenze, unterschieden werden. Um beim Beispiel Automotor zu bleiben: Fährt ein 200-PS-Sportwagen durch eine verkehrsberuhigte Zone, so werden von den 200 PS maximaler Leistung nur 5 PS eingesetzt. Genauso verhält es sich bei einer Eisenbahn-Infrastruktur: Diese hat eine maximale Leistungsfähigkeit, die jedoch in der Regel im realen Betrieb gar nicht ausgeschöpft wird.

Die einzig gültige Aussage aus dem Stresstest lautet demnach: Der Durchgangsbahnhof kann 30% mehr Züge bewältigen als heute im Kopfbahnhof verkehren" und nicht: "Der Tiefbahnhof ist 30% leistungsfähiger als der bestehende Kopfbahnhof".

Die falsche Schlußfolgerung der Presse aus dem Ergebnis des Stresstests wäre, auf das Beispiel mit dem Automotor übertragen, folgendes: "Ein Trabbi mit 20 PS ist viermal leistungsfähiger als ein 200 PS-Sportwagen, der durch eine verkehrsberuhigte Zone fährt."



Bei der Betrachtung des künftigen Tiefbahnhofs im Rahmen des Stresstests handelt es sich zwangsläufig um die Frage nach der theoretischen - maximalen - Leistungsfähigkeit, denn eine aktuelle Leistung anhand des heutigen Fahrplans gibt es beim Tiefbahnhof von S21 schließlich noch nicht, weil der Bahnhof noch gar nicht existiert. Beim heutigen Kopfbahnhof ist dagegen die aktuell genutzte Leistung anhand des heutigen Fahrplans (35 Züge plus 2 außerfahrplanmäßige Verstärkerzüge = 37 Züge) von der theoretisch maximal möglichen Leistungs-Fähigkeit zu unterscheiden, die logischerweise mindestens bei 37 Zügen, vermutlich sogar deutlich darüber liegt.

Egon Hopfenzitz, der langjährige Leiter des Stuttgarter Hauptbahnhofs und somit ein kompetenter Kenner dieses Bahnhofs, hat dessen Leistungsfähigkeit mit 56 Zügen in der Spitzenstunde beziffert.[Hopfenzitz, Egon, Vortrag in der Fachschlichtung zu S21, 20.11.2010] Dies würde gegenüber dem S21-Tunnelbahnhof eine um 14% höhere Kapazität bedeuten, so dass S21 kein gleichwertiger oder gar besserer Ersatz für den Kopfbahnhof wäre, sondern hinsichtlich der Leistungsfähigkeit ein Rückbau von Eisenbahn-Infrastruktur in Stuttgart darstellen würde - und dies trotz Investitionen in Milliarden-Höhe. Welche Randbedingungen den von Hopfenzitz genannten 56 Zügen zugrundeliegen und ob auch die Zulaufstrecken in diese Berechnung eingehen, ist nicht weiter bekannt.

Um in der Frage der Leistungsfähigkeit von heutigem Kopfbahnhof und geplantem Tiefbahnhof endlich Klarheit zu erhalten, wurde in der hiermit vorliegenden Studie detailliert untersucht, wie leistungsfähig der Kopfbahnhof in Stuttgart in seiner heutigen Gleiskonfiguration incl. seiner bestehenden Zulaufstrecken tatsächlich ist.



2. Ablauf der Untersuchung, Untersuchungsraum und Methodik

2.1 Grundlage und Vorgehensweise der Untersuchung über die Leistungsfähigkeit des heutigen Stuttgarter Hauptbahnhofs

Im Gegensatz zum sogenannten Stresstest für S21, welcher die Ausarbeitung eines völlig neuen Fahrplans für alle Personenzüge in ganz Baden-Württemberg erforderte, bildet der heutige Fahrplan die Grundlage für die Untersuchung der Leistungsfähigkeit des heutigen Stuttgarter Hauptbahnhofs (im folgenden abgekürzt als Hbf). Hierbei wurde eine mehrstufige Vorgehensweise gewählt:

1. Stufe: Definition eines Gleisplanes für das Gleisvorfeld Stuttgart Hbf als Ausgangsbasis der Untersuchung

2. Stufe: Betrachtung der aktuellen Zuordnung der einzelnen Bahnsteiggleise von Stuttgart Hbf zu den Gleisen der Zulaufstrecken (S-Bahn von/nach Feuerbach, S-Bahn von/nach Bad Cannstatt, Gäubahn von/nach Vaihingen, Fernbahn von/nach Feuerbach, Fernbahn von/nach Bad Cannstatt)

3. Stufe: Konstruktion einer optimierten Zuordnung der Bahnsteiggleise zu den Zulaufstrecken-Gleisen

4. Stufe: Analyse des aktuellen Fahrplans von Stuttgart Hbf hinsichtlich der tatsächlichen Gleisbelegung in der Spitzenstunde werktags von 7 bis 8 h morgens und Entwurf einer optimierten Gleisbelegung anhand der aktuellen Ankunfts- und Abfahrtszeiten in der Spitzenstunde

5. Stufe: Entwurf eines möglichen Betriebskonzepts für die Zulaufstrecken mit zusätzlichen Zugankünften während der Spitzenstunde, aufbauend auf dem heutigen Fahrplan

6. Stufe: Identifizierung von Zeitfenstern für die Gleisbelegung mit zusätzlichen Zügen unter Vermeidung von Fahrstraßenkreuzungen bei der Einfahrt in den Stuttgarter Hbf zur Spitzenstunde

7. Stufe: Überprüfung der Frage, ob die Zulaufstrecken überhaupt die erforderliche Leistungsfähigkeit besitzen, um die in Stuttgart Hbf möglichen zusätzlichen Züge über die Zugfahrten des heutigen Fahrplans hinaus zu bewältigen; hierzu wurden Bildfahrpläne für die betrachteten Zulaufstrecken über den zu untersuchenden Zeitraum erstellt und in einem zweiten Schritt tabellarische Fahrpläne erzeugt. Die Methodik der Bildfahrplan-Erstellung wird unten (siehe Kapitel 2.3) erläutert.



2.2 Untersuchungsraum

Auch wenn im Mittelpunkt dieser Studie der Stuttgarter Hbf steht, ist der tatsächliche Untersuchungsraum wesentlich weiter gefaßt: Er beinhaltet das gesamte S-Bahn-Netz des Verbundraumes Stuttgart - mit Ausnahme des Streckenasts Wendlingen - Kirchheim (Teck) der Linie S1 - sowie die Fernbahn-Gleise, welche parallel zu den S-Bahn-Gleisen von Stuttgart Hbf nach Bietigheim-Bissingen und von Stuttgart Hbf über Bad Cannstatt nach Plochingen und nach Waiblingen verlaufen.

Hierbei handelt es sich um folgende Zulaufstrecken nach Stuttgart Hbf:

- (1) Wendlingen - Plochingen - Bad Cannstatt - Hbf (S1)
- (2) Schorndorf - Waiblingen - Bad Cannstatt - Hbf (S2)
- (3) Backnang - Waiblingen - Bad Cannstatt - Hbf (S3)
- (4) Backnang - Marbach - Ludwigsburg - Zuffenhausen - Hbf (S4, zukünftig über Marbach hinaus bis Backnang verlängert)
- (5) Bietigheim-Bissingen - Ludwigsburg - Zuffenhausen - Hbf (S5)
- (6) Weil der Stadt - Leonberg - Zuffenhausen - Hbf (S6)
- (7) Herrenberg - Böblingen - Vaihingen - Hbf (S1)
- (8) Filderstadt - Flughafen Stuttgart - Vaihingen - Hbf (S2 + S3)

Dieser Untersuchungsraum ist in Abb. 1 dargestellt.

Im wesentlichen wird der Untersuchungsraum durch die Strecken festgelegt, die zusätzliche Züge aufnehmen sollen. Welche Strecken sinnvollerweise zusätzliche Züge aufnehmen und von welchem Startpunkt aus dem Umland diese Züge kommen, ist Teil des Untersuchungsergebnisses. Hierbei wurde u.a. auch die heutige Auslastung der Züge in der Spitzenstunde berücksichtigt. Das bedeutet: Zusätzliche Zugangebote werden vornehmlich dort eingerichtet, wo heute die bestehenden Züge schon sehr hoch ausgelastet sind und somit ein realer Bedarf für zusätzliche Bestellungen von Nahverkehrszügen besteht. Hierfür fanden Besprechungen mit der NVBW (Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH) statt.



2.3 Methodik der Bildfahrplan-Erstellung

Der Zugverkehr auf den zu untersuchenden Zulaufstrecken wurde mit Hilfe eines Computerprogramms für einen Zeitraum von kurz vor 7 h bis kurz nach 8 h morgens simuliert. Hierbei wurden alle fahrplanmäßigen Fahrten von Personenzügen der betreffenden Bahnstrecke incl. aller Beschleunigungs- und Bremsvorgänge und aller fahrplanmäßigen Haltezeiten auf Unterwegsbahnhöfen berücksichtigt.

Das verwendete Computerprogramm läßt in der Simulation der Zugfahrten die Zeitspanne von kurz vor 7 bis nach 8 Uhr für jede simulierte Strecke in Zehntelsekunden-Schritten ablaufen und protokolliert hierbei Ort und Geschwindigkeit eines jeden Zuges. Jede so simulierte Fahrt wird graphisch als Weg-Zeit-Diagramm dargestellt. Die Weg-Zeit-Diagramme aller simulierten Zugfahrten auf einer bestimmten Strecke zusammen werden in einer gemeinsamen Graphik ausgewiesen, welche als "Bildfahrplan" bezeichnet wird (siehe beispielhaft Abb. 4 und 5).

Das verwendete Computerprogramm berücksichtigt alle physikalisch relevanten Einflußgrößen der Fahrgeschwindigkeit, insbesondere die Längsneigung (Steigung bzw. Gefälle), die je nach Witterungsverhältnissen stark schwankende Haftreibung zwischen Rad und Schiene und auch den Luftwiderstand des Zuges, der sowohl von aerodynamischen Parametern des Fahrzeugs selbst als auch vom äußeren Luftdruck abhängt, der wiederum nicht zuletzt durch die Enge in Tunnelröhren beeinflußt wird.

Die computergestützten Fahrsimulationen bauen zum einen auf streckenseitige Inputdaten auf, insbesondere Kilometrierung, Geschwindigkeitsbeschränkungen, Kurvenradien, Gradienten und Lage der Zwischenhalte, und zum anderen auf fahrzeugseitigen Inputdaten, beispielsweise Leistung, Masse, Länge, Höchstgeschwindigkeit und Fahrwiderstand der Züge.

Die streckenseitigen Inputdaten für die Simulationen der Zugfahrten per Computer sind zum einen das Ergebnis einer Auswertung von Geschwindigkeitstabellen der DB AG, von Topografischen Karten sowie von Luftbildern, und zum anderen wurden sie bei mehreren Bereisungen der zu untersuchenden Bahnstrecken durch die Autoren gewonnen.

Hinsichtlich der technischen Inputdaten für die Züge kann die VIAREGG-RÖSSLER GmbH auf umfangreiches Datenmaterial zurückgreifen, das aus Unterlagen der DB AG, aus Fachbüchern und Fachzeitschriften ermittelt wurde und bereits in Form von Computerdateien vorliegt.



Alle Fahrzeiten, die per Computerprogramm errechnet werden, enthalten einen Fahrzeit-Zuschlag von 10 bis 13%, der zu den technisch möglichen Fahrzeiten addiert wird. Die DB AG spricht hier vom "Regelzuschlag". Dieser Zuschlag ermöglicht einen relativ entspannten, verspätungsarmen Betriebsablauf und ist in jedem Fahrplan der DB AG enthalten.

Ein derartiger Fahrzeit-Zuschlag ist bei allen öffentlichen Verkehrsmitteln üblich, die nach einem festen Fahrplan verkehren, also nicht nur bei Zügen und Linienbussen, sondern auch bei Linienflugzeugen. Mit diesem Zuschlag wird eine Fahrzeit-Reserve geschaffen, die es im Fall von geringen Verzögerungen und Störungen im Betriebsablauf immer noch ermöglicht, die in den Fahrplantabellen ausgedruckten Ankunfts- und Abfahrtszeiten einzuhalten. Für die Reisenden wird das Verkehrsmittel, das sie benutzen wollen, auf diese Weise verlässlicher.

Die Höhe dieses Zuschlags wurde durch das Reproduzieren des heutigen Fahrplans ermittelt: Da die Abfahrtszeit bekannt ist und der Computer aus den Daten des Zuges und der Strecke eine Ankunftszeit ermitteln kann, wird der Zuschlag in einem iterativen Rechenverfahren so lange verändert, bis nicht nur die Abfahrtszeit, sondern auch die Ankunftszeit mit der im Fahrplan ausgewiesenen Ankunftszeit übereinstimmt. Für jede simulierte Strecke wurde so ein eigener Regelzuschlag ermittelt.

Der genannte Zuschlag bezieht sich nur auf die Zeit, welche der fahrenden Zug für einen bestimmten Streckenabschnitt benötigt (Fahrzeit), aber nicht auf die Haltezeiten auf Unterwegsbahnhöfen.

Die Fahrzeiten der Züge auf den Ferngleise beinhalten im Zulauf auf den Hauptbahnhof einen pauschalen Zuschlag für Bahnknoten. Dieser wird in den Simulationen per Computer dargestellt, indem die simulierten Züge im Zulauf auf den Hauptbahnhof auf den letzten 3 km Strecke mit deutlich verminderter Geschwindigkeit verkehren, wie dies in der Realität mit pünktlichen Zügen auch der Fall ist.

Entsprechend des definierten Untersuchungsauftrags wurde die Leit- und Sicherungstechnik nicht simuliert und stattdessen wurden Mindestzugfolgezeiten zugrunde gelegt, wie sie auf den maximal ausgerüsteten S-Bahn-Strecken Stuttgart Hbf - Schwabstraße und Bad Cannstatt - Hbf laut Fahrplan vorliegen (siehe Kapitel 3.5). Inwieweit die bestehende Leit- und Sicherungstechnik diese unterstellten Zugfolgezeiten ermöglicht oder ob in Einzelfällen Nachrüstungen - insbesondere zusätzliche Blockteilungen - erforderlich sind, kann im Rahmen einer ergänzenden Untersuchung in einem überschaubaren Zeitrahmen ermittelt werden (siehe Kapitel 5), zumal die Leit- und Sicherungstechnik von den Autoren schon EDV-technisch erfaßt wurde und die verwendete Software entsprechende Auswertungen ermöglicht.



3. Untersuchungsschritte im Einzelnen

3.1 Gleisplan des Gleisvorfeldes Stuttgart Hbf als Grundlage der Untersuchung

Die Ausgangsbasis für die vorliegende Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Stuttgarter Hbf in seiner heutigen Gleiskonfiguration bildet der Gleisplan Stuttgart Hbf mit der Aufschrift "Beschreibung Bauzustand 61", wie er am 12.8.2011 von Dr. Juranek, Ministerium für Verkehr und Infrastruktur, überreicht worden war. Aufgrund der laufenden Umbauarbeiten gibt es keinen Gleisplan, der klar den Bestand des Kopfbahnhofes beschreibt. Es blieb deshalb den Autoren überlassen, einen im Detail sinnvollen Gleisplan als "künftigen Bestand" zu definieren.

Gegenüber dem Gleisplan "Beschreibung Bauzustand 61" wurden die folgenden **Modifikationen** vorgenommen:

- (1) S-Bahn-Rampe wieder 4-gleisig
- (2) Wiederanschluss des zwischenzeitlich abgetrennten Verbindungsgleises aus der Mitte der S-Bahn-Rampe zu den Gleisen 2 bis 5
- (3) Wiederherstellung der Gleise 1a und 1
- (4) Wiederherstellung der vollen 2-Gleisigkeit der Gäubahn bis zu den Bahnsteiggleisen des Kopfbahnhofes
- (5) Schaffung einer Fahrstraße aus Richtung Bad Cannstatt (Fernbahn) nach Gleis 7
- (6) Schaffung einer Fahrstraße in Richtung Bad Cannstatt (Fernbahn) aus Gleis 14 unabhängig von der Fahrstraße aus Feuerbach (Fernbahn) nach Gleis 13.

Die Modifikationen (4), (5) und (6) erfordern den Neubau bzw. Umbau von insgesamt 8 Weichen mit Neubau von kurzen Gleisverbindungen zwischen jeweils zwei benachbarten neuen bzw. umgebauten Weichen sowie die entsprechende Anpassung der Fahrleitungen und der Leit- und Sicherungstechnik (an der Strecke und im Stellwerk). Die hierfür anfallenden Investitionskosten liegen voraussichtlich bei maximal 4 Mio EUR.

Der Gleisplan mit den genannten Modifikationen ist in der Abb. 2 dargestellt.



3.2 Zuordnung der Bahnsteiggleise zu den Zulaufstrecken-Gleisen

Wenn man anhand des zum Zeitpunkt der Untersuchung gültigen Ankunfts- und Abfahrtsplans für Stuttgart Hbf montags bis freitags (DB-Fahrplan gültig vom 30.5.2011 bis 8.8.2011) die Zuordnung der einzelnen Bahnsteiggleise von Stuttgart Hbf zu den Gleisen der Zulaufstrecken (S-Bahn von/nach Feuerbach, S-Bahn von/nach Bad Cannstatt, Gäubahn von/nach Vaihingen, Fernbahn von/nach Feuerbach, Fernbahn von/nach Bad Cannstatt) betrachtet, so läßt sich eine Systematik bei der Gleisgruppe nördlich von Gleis 8 zum Teil nur schwer erkennen. So kommen in der Stunde zwischen 7 und 8 h beispielsweise die 3 RE-Züge der Gäubahn aus Rottweil bzw. aus Singen zweimal auf den Gleisen 3 und einmal auf Gleis 7 an, während die Abfahrten (ein RE-Zug nach Rottweil/Freudenstadt und ein IC-Zug nach Zürich) auf den Gleisen 5 und 6 stattfinden. Gleis 6 ist außerdem auch bei 2 Zugankünften über das Ferngleis aus Richtung Feuerbach das Ziel: Ein RE aus Karlsruhe und ein IC aus Frankfurt kommen hier an.

Die Tatsache, dass die heutige Zuordnung der Zugfahrten zwischen Zulaufgleisen und Bahnsteiggleisen nicht optimal ist, liegt an der quasi gewachsenen Struktur des Fahrplans: Über Jahre hinweg werden zu jedem Fahrplanwechsel kleinere Änderungen am Fahrplan einzelner Züge durchgeführt, meist unter der Maßgabe, möglichst wenig Änderungen an den anderen, unveränderten Zugfahrten durchführen zu müssen.

Um Fahrstraßenkreuzungen der ein- und ausfahrenden Züge im Gleisvorfeld von Stuttgart Hbf weitgehend zu vermeiden, wurde in der vorliegenden Studie eine klare **Zuordnung von Gleisgruppen der Bahnsteiggleise** zu bestimmten Gleisen der Zulaufstrecken vorgenommen und ein darauf abgestimmtes Betriebskonzept entwickelt:

- Die Gleise 1a und 1 sind für die ankommende Nah- und Regionalverkehrszüge reserviert, welche die S-Bahn-Strecke aus Richtung Bad Cannstatt befahren (Abb. 2, dunkelgrün), um ihre Fahrt in Stuttgart Hbf zu beenden. Diese Züge fahren als Leerfahrten zum Abstellbahnhof (grau).
- Die Gleise 2 und 3 dienen den Nahverkehrszügen, die über die S-Bahn-Gleise aus Richtung Feuerbach ankommen und entweder in den Abstellbahnhof einrücken oder nach einer Bahnsteigwende wieder über die S-Bahn-Gleise in Richtung Feuerbach zurückfahren (Abb. 2, hellgrün).
- Auf den Gleisen 4 und 5a werden die Nah- und Regionalverkehrszüge, vom Abstellbahnhof (Abb. 2, grau) kommend, bereitgestellt, die über die S-Bahn-Strecke nach Bad Cannstatt in Richtung Plochingen - Tübingen / - Ulm, Schorndorf - Aalen oder Backnang ausfahren (dunkelgrün).



- Die Gleise 5b und 6 sind ausschließlich der Gäubahn zugeordnet, und zwar für Ankunft und Abfahrt gleichermaßen (Abb. 2, violett).
- Die Gleise 7 bis 11 dienen den Regional- und Fernzügen, welche auf Ferngleisen entweder aus Richtung Feuerbach ankommen (Abb. 2, dunkelrot), um nach einer Bahnsteigwende in dieselbe Richtung zurückzufahren, oder aus Richtung Bad Cannstatt kommend (Abb. 2, dunkelblau), hier die Fahrtrichtung wechseln ("kopfmachen") und ebenfalls in Richtung Feuerbach weiterfahren (hellblau) oder nach ihrer Ankunft in den Abstellbahnhof einrücken (grau).
- Die Gleise 12 bis 16 schließlich stehen exklusiv den Regional- und Fernzügen zur Verfügung, die auf Ferngleisen aus Richtung Feuerbach ankommen (Abb. 2, dunkelrot), um nach dem Kopfmachen in Richtung Bad Cannstatt weiterzufahren (hellrot), oder die vom Abstellbahnhof kommend (grau), zur Fahrt in Richtung Bad Cannstatt bereitgestellt werden. Außerdem können aus Richtung Feuerbach ankommende Züge, deren Fahrt in Stuttgart Hbf endet, in den Abstellbahnhof einrücken.

Über diese eher grobe Zuordnung von Gleisgruppen des Bahnhofs zu den Zulauf-Gleisen hinaus ist für die Gleise 5b bis 16 auch eine **Fein-Zuordnung einzelner Bahnsteiggleise** zu bestimmten Streckengleisen möglich. Diese Fein-Zuordnung ist durch entsprechende Farb-Markierungen im Gleisbelegungsplan (siehe Abb. 3) ersichtlich.

3.3 Optimierte Gleisbelegung in Stuttgart Hbf von 7 bis 8 h

Entsprechend der beschriebenen Zuordnung von Bahnsteiggleisen zu Zulaufstrecken-Gleisen wurde die Gleisbelegung der Bahnsteiggleise optimiert. Dies betrifft vor allem die Gleise 5 bis 7. So wurde beispielsweise der RE19521 von Karlsruhe, Ankunft um 7.04 auf Gleis 6, Weiterfahrt als RE19526 zurück nach Karlsruhe um 7.22 h, auf Gleis 7 verlegt und seine Abfahrt um 2 Minuten vorgezogen (siehe Zug Nr. 1 im Gleisbelegungsplan, Abb. 3). Der IC2390 nach Frankfurt (Main), Abfahrt um 7.31 h von Gleis 5, wurde auf Gleis 7 verlegt (siehe Zug Nr. 2 im Gleisbelegungsplan, Abb. 3). Der IC181 aus Frankfurt (Main), Ankunft um 7.37 h auf Gleis 6, Weiterfahrt nach Zürich (via Gäubahn) um 7.58 h, wurde ebenfalls nach Gleis 7 verschoben und erhielt eine um 3 Minuten frühere Abfahrtszeit, so dass er sich im strengen Fahrplankontakt der IC-Züge Stuttgart - Zürich (Abfahrtsminute 55) befindet (siehe Zug Nr. 3 im Gleisbelegungsplan, Abb. 3). Ähnliche Veränderungen von Gleisbelegungen wurden auch bezüglich der Gleise 8 bis 16 vorgenommen, wenn auch pro Gleis in weit geringerem Maße.



Insgesamt wird durch diese Optimierung der Gleisbelegung (mit zum Teil geringfügigen Modifikationen der Ankunfts- oder Abfahrtszeiten einzelner Züge) eine Minimierung der Fahrstraßenkreuzungen erreicht, die sich sonst insbesondere im Verspätungsfall negativ auswirken und die auch die Gestaltung des Fahrplans mit einer gegenüber heute erhöhten Zugzahl erschweren würden.

3.4 Betriebskonzept der Untersuchung mit zusätzlichen Zugankünften während der Spitzenstunde

3.4.1 S-Bahn-Gleise als Zulaufstrecken zum Kopfbahnhof

Das Stuttgarter S-Bahn-System hat folgende Charakteristika:

(1) Der Tunnelabschnitt von Stuttgart Hbf bis Schwabstraße (Stammstrecke) wird von allen Zügen der 6 S-Bahn-Linien befahren, was im Spitzenverkehr mit 15-Minuten-Takt jeder Linie insgesamt 24 Züge pro Stunde und Richtung oder eine Zugfolge im 2,5-Minuten-Abstand ergibt.

(2) Jede der beiden östlichen Zulaufstrecken zum Hbf weist hingegen nur die halbe Zahl an S-Bahn-Linien (aus Richtung Bad Cannstatt die Linien S1, S2 und S3 und aus Richtung Feuerbach die Linien S4, S5 und S6) auf und hat deshalb auch nur eine halb so hohe Zahl an Zügen wie die Stammstrecke zu bewältigen, also nur 12 Züge pro Stunde und Richtung oder eine Zugfolge im 5-Minuten-Abstand.

(3) Gemessen an der Leistungsfähigkeit der S-Bahn-Stammstrecke besitzt jede der beiden östlichen S-Bahn-Zulaufstrecken eine Kapazitätsreserve von 50% oder 12 Zügen pro Stunde und Richtung. Um diese Kapazitätsreserven nutzen zu können, müssten allerdings die Blockabstände der S-Bahn-Gleise von und nach Feuerbach durch zusätzliche Streckensignale verdichtet werden; die S-Bahn-Gleise von und nach Bad Cannstatt besitzen bereits eine solche verdichtete Blockteilung. Infolgedessen verkehren hier in der morgendlichen Spitzenstunde von 7 bis 8 h zusätzlich zu den 12 S-Bahn-Zügen stadteinwärts noch 5 Regionalzüge.

Theoretisch wäre es deshalb möglich, eine entsprechend verdichtete Blockteilung vorausgesetzt, auf dem S-Bahn-Gleis aus Richtung Feuerbach noch 12 zusätzliche Züge pro Stunde einzusetzen und auf dem S-Bahn-Gleis aus Richtung Bad Cannstatt immerhin noch 7 zusätzliche Züge. Diese insgesamt 19 Zusatzzüge würden in die Gleise 1a bis 3 des Kopfbahnhofs einfahren. In diesem Fall wäre jedoch die Betriebsqualität nicht ausreichend, weil keine



zeitlichen Puffer mehr zum Abfangen von Verspätungen vorhanden wären. Aus diesem Grunde wird in der vorliegenden Studie darauf verzichtet, die genannten Kapazitätsreserven voll auszuschöpfen. Vielmehr soll auf den S-Bahn-Gleisen von und nach Feuerbach nur die Hälfte der möglichen zusätzlichen Fahrplantrassen genutzt werden; auf den S-Bahn-Gleisen von und nach Bad Cannstatt soll die Zahl der zusätzlichen Züge um 3 auf insgesamt 8 Zusatzzüge pro Stunde und Richtung aufgestockt werden, so dass immer noch eine Kapazitätsreserve von 4 Zügen pro Stunde und Richtung verbleibt.

Für diese Zusatzzüge auf S-Bahn-Gleisen wird das folgende **Betriebskonzept** gewählt:

Linie S6: Da im morgendlichen Spitzenverkehr die Züge der S6 in Richtung Stuttgart Hbf trotz 15-Minuten-Takt hoch ausgelastet sind, bietet es sich an, ab Renningen bis Stuttgart Hbf Verstärkerzüge einzusetzen, die ebenfalls im 15-Minuten-Takt verkehren, aber bis Zuffenhausen nicht alle Zwischenhalte bedienen, sozusagen ein Express-S-Bahn-Verkehr, der 4 zusätzliche Züge zum Stuttgarter Hbf von 7 bis 8 h bedeutet. Wegen der Eingleisigkeit des Streckenabschnitts von Weil der Stadt bis Malsheim ist die Ausdehnung dieses Express-Verkehrs auch auf den Abschnitt Weil der Stadt - Renningen nicht möglich und aufgrund der von Weil der Stadt in Richtung Stuttgart erst langsam zunehmenden Zahl an Fahrgästen im Zug auch nicht sinnvoll.

Linie S4: Die Linie S4, deren End- bzw. Startbahnhof heute Marbach (Neckar) ist, soll künftig im 30-Minuten-Takt bis Backnang verlängert werden. Dadurch werden die heutigen Nahverkehrszüge ersetzt, die im Spitzenverkehr ebenfalls im 30-Minuten-Takt zwischen Marbach und Backnang pendeln. Es liegt nun nahe, die letztgenannten S-Bahn-Züge bei der Fahrt in Richtung Stuttgart Hbf ab Marbach ebenfalls als Express-S-Bahn zu verwenden, also unter Auslassung bestimmter Zwischenbahnhöfe.

Da jedoch die (zukünftige) Strecke der S4 von Backnang bis Benningen eingleisig ist, müssen die Fahrplanlagen der S4 und S5 in beiden Fahrtrichtungen auf der gesamten Strecke ab Schwabstraße vertauscht werden, um trotz dieser Eingleisigkeit den Taktfahrplan der S-Bahn in Kombination mit der Express-S-Bahn überhaupt realisieren zu können. Dieser Tausch der Fahrplanlagen hat allerdings auf der Strecke von Bietigheim-Bissingen nach Stuttgart zur Folge, dass die Fahrplanlagen der aus Richtung Heilbronn nach Stuttgart fahrenden Regionalzüge R19101 und R19105 leicht modifiziert werden müssen, um Fahrplankonflikte mit der S-Bahn am Südkopf des Bf Bietigheim-Bissingen zu vermeiden.



Linie S1: Seit die Linie S1 von Plochingen über Wendlingen nach Kirchheim verlängert wurde, entsteht morgens von Kirchheim in Richtung Stuttgart im letzten Teilstück von Esslingen nach Stuttgart eine sehr hohe Auslastung der S-Bahn-Züge. Hier werden in der vorliegenden Studie zwischen 7 und 8 Uhr drei S1-Verstärkerzüge ab Esslingen stadteinwärts eingesetzt, die der von Kirchheim kommenden S1 um wenige Minuten vorausfahren, so dass sich die S-Bahn-Fahrgäste von Esslingen bis Bad Cannstatt nicht mehr in die überfüllten S-Bahn-Züge zwängen müssen, die von Kirchheim kommen.

3.4.2 Gäubahn

Die Gäubahn ist von Horb (Neckar) bis kurz vor der Einfahrt in den Stuttgarter Hbf durchgängig zweigleisig. Lediglich das letzte kurze Streckenstück ungefähr ab Kilometer 1,7 ist in Richtung Kopfbahnhof eingleisig. Das hier ursprünglich vorhandene zweite Gäubahn-Gleis war in der Vergangenheit exklusiv der Fernbahn von Feuerbach zugeschlagen worden - ein Fehler, den es zu beheben gilt, damit der hier vorhandene Kapazitätsengpaß beseitigt wird. Dies ist durch den Neubau von zwei Weichen mit einem Wiederaufbau des 2. Streckengleises auf rund 500 m Länge bei minimalen Baukosten möglich.

In der Spitzenstunde von 7 bis 8 h hat der Stuttgarter Hbf bezüglich der Gäubahn lediglich 3 Ankünfte von RE-Zügen und sogar nur 2 Zugabfahrten (ein RE- und ein IC-Zug) zu verzeichnen. Gemessen an der Leistungsfähigkeit, die eine signaltechnisch voll ausgerüstete zweigleisige Fernbahn-Strecke sonst besitzt, nämlich bis zu 20 Zugfahrten pro Stunde und Richtung (siehe Kapitel 3.5), liegt eine riesige Kapazitätsreserve vor. Um diese Reserve wenigstens ansatzweise zu nutzen, wird hiermit vorgeschlagen, zusätzlich zu den Zügen laut heutigem Fahrplan pro Stunde und Richtung drei Airport-Express-Züge einzusetzen, die im 20-Minuten-Takt ohne Unterwegshalt zwischen Stuttgart Hbf und Stuttgart Flughafen pendeln. Somit können in der Spitzenstunde von 7 bis 8 h über die Gäubahn 3 zusätzliche Zugfahrten in Richtung Stuttgart Hbf abgewickelt werden und ebenso in der Gegenrichtung. Die Fahrzeit dieser Airport-Express-Züge von Stuttgart Hbf zum Flughafen Stuttgart und umgekehrt beträgt lediglich 20 Minuten.

Nach diesem Betriebskonzept steht das Gleis 5b ausschließlich den RE-Zügen der Gäubahn für Ankunft und Abfahrt zur Verfügung, wobei entweder eine Bahnsteigwende stattfindet oder die in Stuttgart Hbf endenden Zugfahrten in den Abstellbahnhof einrücken, und zwar ohne jegliche Fahrstraßenkreuzung, da sie über das unmittelbar neben dem Gäubahn-Zulaufgleis liegende Zulaufgleis den Abstellbahnhof kreuzungsfrei erreichen (siehe Abb. 2).



3.4.3 Zeitfenster für die Belegung der Gleise 7 bis 16 mit zusätzlichen Zügen

Wenn man unterstellt, dass ein Zeitpuffer von mindestens 2 Minuten zwischen zwei Zügen nacheinander für das Befahren eines bestimmten Punktes im Gleisvorfeld des Stuttgarter Hbf (z.B. eine Weiche mit möglicher Fahrstraßenkreuzung) vorhanden sein muß und dass außerdem der zeitliche Abstand zwischen zwei hintereinander fahrenden Zügen auf den Fernbahngleisen von/nach Feuerbach und Bad Cannstatt mindestens 3 Minuten betragen muß, so lassen sich bestimmte Zeitfenster erkennen, die für die Belegung der Gleise 7 bis 16 mit zusätzlichen Zügen - über die Zugfahrten laut heutigem Fahrplan hinaus - in Frage kommen. Im Gleisbelegungsplan (siehe Abb. 3) sind die so möglichen zusätzlichen Zugankünfte mit den Nummern von 31 bis 40 gekennzeichnet. Unterstellt man für diese zusätzlichen Züge zugleich aus Sicht der Fahrgäste sinnvolle Fahrplanlagen, also mit einem gewissen Zeitabstand zu einem in derselben Relation vorausfahrenden Zug wie auch zu dem nächst folgenden Zug, so ergeben sich insgesamt 9 zusätzliche Zugankünfte, die in Stuttgart Hbf auf den Gleisen 7 bis 16 möglich sind:

- 4 zusätzliche Züge auf den Fernbahn-Gleisen aus Richtung Feuerbach
- 5 zusätzliche Züge auf den Fernbahn-Gleisen aus Richtung Bad Cannstatt.

Im Prinzip wäre auf den Bahnsteiggleisen 7 bis 16 sogar noch ein Zeitfenster für einen zehnten Zusatzzug möglich, gekennzeichnet als Zug-Nummer 32 (siehe Abb. 3), der aus Richtung Bad Cannstatt um 7:41 ankommen würde. Doch dieser zusätzliche Zug entfällt, da es zum genannten Zeitpunkt keine sinnvoll zu bedienende Relation gibt.

Durch alle genannten zusätzlichen Züge steigt die Zahl der Zugankünfte, die im Stuttgarter Hbf betrieblich realisierbar und verkehrlich sinnvoll sind, im Vergleich zum heutigen Fahrplan von 35 regulären Zügen auf insgesamt 56 Züge an. Doch es stellt sich nun die Frage, ob die Zulaufstrecken die erforderliche Leistungsfähigkeit besitzen, um die in Stuttgart Hbf über die Zugfahrten des heutigen Fahrplan hinaus möglichen zusätzlichen Züge überhaupt zu bewältigen oder ob auf diesen Zulaufgleisen ein Engpaß besteht, der somit die Leistungsfähigkeit des Hbf beeinträchtigt. Dieses Thema wird nachstehend behandelt.



3.5 Leistungsfähigkeit der Zulaufstrecken hinsichtlich zusätzlicher Züge

Einflußfaktoren auf die Leistungsfähigkeit der Zulaufstrecken

Die Leistungsfähigkeit der Zulaufstrecken zum Stuttgarter Hbf und somit die Möglichkeit, über die Zugfahrten laut heutigem Fahrplan hinaus in der morgendlichen Spitzenstunde zusätzliche Personenzüge bewältigen zu können, wird im wesentlichen durch 4 Faktoren bestimmt:

(1) Minimale Zugfolgezeit, die von der Dichte der Blockabschnitte abhängt

Auf den S-Bahn-Gleisen im Streckenabschnitt zwischen Hbf und Bad Cannstatt beträgt heute schon die Zugfolgezeit mindestens 2,5 min. Bei entsprechender Ertüchtigung der Leit- und Sicherungstechnik (verdichtete Blockabstände durch zusätzliche Streckensignale) auf den S-Bahn-Gleisen von und nach Feuerbach kann auch hier dieser Zeitabstand zwischen zwei einander folgenden Zügen vorausgesetzt werden.

Die Fernbahn-Gleise von/nach Feuerbach und von/nach Bad Cannstatt weisen laut heutigem Fahrplan eine Zugfolgezeit von mindestens 3 bis 4 min auf.

(2) Fahrstraßenkreuzungen

Jede Fahrstraßenkreuzung - ein Zug muß bei seiner Fahrt ein anderes Gleis kreuzen, auf dem sonst eine parallele Fahrt oder eine Zugfahrt der Gegenrichtung stattfinden könnte - schränkt die Leistungsfähigkeit einer Bahnstrecke ein, denn an dem Punkt, wo die Fahrstraßenkreuzung (mittels Weichen) stattfindet, kann und darf immer nur ein Zug verkehren. Bei Strecken mit relativ geringen Zugzahlen ist dieser kapazitäts-einschränkende Faktor in der Regel gut beherrschbar. Doch mit zunehmender Streckenauslastung werden durch eine Fahrstraßenkreuzung immer mehr Möglichkeiten für Zugfahrten (Fahrplantrassen) ausgeschlossen. Derartige Fahrstraßenaußschlüsse können nur verhindert bzw. beseitigt werden, wenn an den betreffenden Stellen die sich schneidenden Fahrstraßen in zwei Ebenen und somit niveaufrei geführt werden, was mit Hilfe von Überwerfungsbauwerken erreicht wird.



(3) Zwischenhalte ohne zusätzliche Gleise für die haltenden Züge

Einen negativen Einfluß auf die Strecken-Leistungsfähigkeit haben Zwischenhalte. Der kapazitäts-mindernde Einfluß von solchen Zwischenhalten ist umso größer, je stärker die Durchschnittsgeschwindigkeiten der Züge voneinander abweichen und je länger der Abschnitt mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ist, beispielsweise von Stuttgart-Rohr bis Herrenberg oder von Waiblingen nach Schorndorf.

(4) Güterzugfahrten auf den Personenzug-Gleisen

Wenn auf den Gleisen des Personenverkehrs auch Güterzugfahrten stattfinden, so schränken diese die Nutzbarkeit der betreffenden Strecke für den Personenverkehr ein. Da die Personenregional- und -fernzüge auf den kurvenreichen Strecken jedoch nicht wesentlich schneller fahren als die Güterzüge und für die Güterzüge mit der Güterumgebungsbahn von Kornwestheim nach Untertürkheim eine eigene Strecke zur Verfügung steht, die kreuzungsfrei ein- und ausgeschleift wird, halten sich die Einschränkungen durch Güterzüge in relativ engen Grenzen.

Zugrundegelegte Leistungsfähigkeit der Zulaufstrecken

Aufgrund der obigen theoretischen Überlegungen ist bei den **S-Bahn-Zulaufgleisen** von Feuerbach und von Bad Cannstatt allein schon aus logischen Gründen davon auszugehen, dass bei entsprechend verdichteten Blockabständen eine minimale Zugfolge von 2,5 Minuten möglich ist, und dies trotz der S-Bahn-Zwischenhalte im Abschnitt Zuffenhausen - Feuerbach. Dies bedeutet eine theoretische Obergrenze der Leistungsfähigkeit von 24 Zügen pro Stunde und Richtung. Doch in diesem Fall würde schon eine relativ kleine Verspätung bei nur einem einzigen S-Bahn-Zug dazu führen, dass auch alle nachfolgenden Züge verspätet wären, was eine relativ schlechte Betriebsqualität zur Folge hätte und aus Fahrgastsicht unattraktiv wäre, weil die S-Bahn-Fahrt zeitlich nur schwer kalkulierbar wäre. Um die genannten Folgeverspätungen zu vermeiden oder zumindest zeitnah abbauen zu können, muß der Fahrplan freie Fahrplantrassen haben, zumal das Stuttgarter S-Bahn-System bereits heute eine relativ hohe Verspätungsanfälligkeit aufweist.



Konkret bedeutet dies für die vorliegende Untersuchung, dass auf den S-Bahn-Gleisen von und nach Feuerbach unter dem Aspekt "Gute Betriebsqualität" nur die Hälfte der möglichen zusätzlichen Fahrplantrassen genutzt werden soll, was 6 zusätzliche S-Bahn-Fahrten pro Stunde und Richtung und insgesamt 18 Zugfahrten in Richtung Kopfbahnhof Stuttgart werktags von 7 bis 8 h ergibt. Auf dem S-Bahn-Gleis von Bad Cannstatt soll die Zahl der Züge um 3 pro Stunde auf insgesamt 20 Züge erhöht werden, wobei eine Reserve von 4 ungenutzten Fahrplantrassen verbleibt.

Die Leistungsfähigkeit der **Gäubahn**, die laut den obigen Ausführungen (siehe Kapitel 3.4.2) bei optimaler Leit- und Sicherungstechnik bei bis zu 20 Zügen pro Stunde und Richtung liegen würde, kann unter dem Gesichtspunkt eines nachfrage-gerechten Angebots nur ansatzweise ausgeschöpft werden, und zwar mit bis zu 6 Zügen pro Stunde und Richtung. Die hierfür ggfs. erforderliche Verdichtung der Blockteilung wurde unterstellt.

Die beiden **Fernbahn-Zulaufstrecken** von Feuerbach und von Bad Cannstatt können bei einer minimalen Zugfolge von 3 bis 4 Minuten jeweils 18 Zugfahrten mit Ankunft in Stuttgart Hbf zwischen 7 und 8 h bewältigen, und zwar 4 zusätzliche Züge aus Richtung Feuerbach und 5 aus Richtung Bad Cannstatt.

Überprüfung der angenommenen Strecken-Leistungsfähigkeit durch Bildfahrpläne

Um sicher zu gehen, dass die anhand von mathematisch-theoretischen Überlegungen zugrunde gelegte Leistungsfähigkeit der betrachteten Strecken tatsächlich realistisch ist, wurde diese mit Hilfe von Bildfahrplänen überprüft, die per Computerprogramm erstellt wurden (siehe Kapitel 2.3). Die Abbildungen 4 und 5 zeigen exemplarisch die erarbeiteten Bildfahrpläne, und zwar sowohl für die Fernbahn-Gleise als auch für die S-Bahn-Gleise zwischen Stuttgart Hbf und Bietigheim-Bissingen. Die zugrundegelegte Strecken-Leistungsfähigkeit von jeweils 18 Zügen pro Stunde und Richtung konnte auf diese Weise bestätigt werden.

Doch damit ist die Kapazität dieser beiden Fernbahn-Linien noch nicht erschöpft. Denn selbst in der morgendlichen Spitzenstunde von 7 bis 8 h lassen sich noch Fahrplantrassen identifizieren, die bei Bedarf für Güterzugfahrten von Bietigheim-Bissingen und von Plochingen zum Rangierbahnhof Kornwestheim genutzt werden könnten: ab Bietigheim-Bissingen bis zum Südkopf des Bf Ludwigsburg, wo die Zufahrt zum Rangierbahnhof Kornwestheim beginnt, sind noch 5 Fahrplantrassen frei, von Plochingen bis Untertürkheim, wo die direkte Güterzugstrecke nach Kornwestheim abzweigt, gibt es immerhin noch zwei freie Fahrplantrassen für Güterzüge.



4. Ergebnis der Untersuchung

Faßt man die Ergebnisse zusammen, die bezüglich der Gleisbelegung in Stuttgart Hbf und hinsichtlich der Zulaufstrecken zu diesen Bahnhof zum Thema "Leistungsfähigkeit" gewonnen wurden, so kann gesagt werden, dass der vorhandene Kopfbahnhof aufgrund seiner heutigen Gleiskonfiguration 56 Zugankünfte in der morgendlichen Spitzenstunde von 7 bis 8 h bewältigen kann (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Zahl der ankommenden Züge von 7 bis 8 Uhr

Gleis- Gleisgruppe	Zuordnung in dieser Studie	-----Anzahl der Ankünfte-----		
		laut heutigem Fahrplan*	mögliche Zusatz- Züge	heute betrieblich möglich
S-Bahn von/nach Bad Cannstatt	1a,1, 4, 5	5	+ 3	8
S-Bahn von/nach Feuerbach	2,3	0	+ 6	6
Gäubahn	5, 6	3	+ 3	6
Ferngleise	7-11	14	+ 4	18
Ferngleise	12-16	13	+ 5	18
Summen:		35*	+ 21	56

* ohne 2 Sonder- bzw. Verstärkerzüge

Somit ist die Leistungsfähigkeit des heutigen Kopfbahnhofs um rund 14% höher als die Leistungsfähigkeit des geplanten Tiefbahnhofs, die mit 49 Zugankünften von 7 bis 8 h laut sogenanntem Stresstest angegeben wird.

Gegenüber der hohen Leistungsfähigkeit des heutigen Kopfbahnhofs stellt der beim Projekt S21 geplante Tiefbahnhof mit deutlich niedrigerer Leistungs-Obergrenze zweifellos einen Rückbau dar, und dies trotz der geplanten Investitionen in Milliardenhöhe.



Die ermittelten 56 Zugankünfte kann der bestehende Kopfbahnhof mit einer guten Betriebsqualität bewältigen, da einige mögliche Fahrplantrassen vor allem auf den S-Bahn-Gleisen noch gar nicht genutzt wurden. So bleiben auf den S-Bahn-Gleisen von Bad Cannstatt 4 und von Feuerbach 6 Fahrplantrassen frei; auf den Ferngleisen bleibt eine noch mögliche Fahrplantrasse ungenutzt. Würden alle Fahrplantrassen auch genutzt, so ergäben sich bei einer entsprechend schlechteren Betriebsqualität sogar $56 + 4 + 6 + 1 = 67$ Ankünfte. Dies wäre dann gegenüber S21 eine Steigerung der Leistungsfähigkeit um rund 37%. Im sogenannten Stresstest war hingegen in etwa das Gegenteil suggeriert worden, dass nämlich der neue Bahnhof mit lediglich 8 Gleisen um 30% leistungsfähiger als der heutige, alte Bahnhof mit seinen insgesamt 17 Bahnsteiggleisen sei.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem vorhandenen Kopfbahnhof und dem geplanten Tiefbahnhof von S21 ist, dass der Kopfbahnhof an die S-Bahn-Gleise angeschlossen ist und somit zusätzliche Fahrten im S-Bahn-System zur Hauptverkehrszeit aufnehmen kann, was bei S21 ausgeschlossen ist. Der Kopfbahnhof ist somit in der Lage, zusätzliche Züge von Linien aufzunehmen, bei denen schon heute Überlastungen erkennbar sind (z.B. S6 von Weil der Stadt), während beim Stresstest von Stuttgart 21 gegenüber heute zusätzliche Züge unterstellt wurden, für die kein wirklicher Bedarf besteht, insbesondere mehrere zusätzliche Fernzüge, die in Ulm Hbf starten und über die Neubaustrecke ohne jeglichen Halt bis Stuttgart Flughafen oder gar Stuttgart Hbf fahren.

Anzumerken ist noch als ein Nebenergebnis dieser Studie: Der Stuttgarter Hbf ist, was den Gleisplan der Gleise 7 bis 16 und das dazu gehörende Vorfeld betrifft (siehe Abb. 2), ganz darauf angelegt, dass hier die ankommenden Züge enden und ohne Fahrstraßenkreuzungen in den Abstellbahnhof einrücken können. Umgekehrt bestehen kreuzungsfreie Fahrstraßen vom Abstellbahnhof zu den Kopfbahnhofgleisen, auf denen die Züge starten. Um diese Kreuzungsfreiheit zu gewährleisten, wurden beim Neubau des Stuttgarter Hbf Anfang des 20. Jahrhunderts Überwerfungsbauwerke gebaut, die Zugfahrten in teilweise 3 Etagen übereinander erlauben. Indem diese Anlage mit einem abwertenden Unterton häufig als "Tunnelgebirge" bezeichnet wird, kommt vermutlich zum Ausdruck, dass heute vielen Personen, welche diesen Begriff verwenden, das Verständnis für die Funktionsweise dieses genialen Bauwerkes zu fehlen scheint und deswegen auch keine Scheu mehr davor besteht, dieses "Tunnelgebirge" für das Projekt Stuttgart 21 zu demontieren. Verglichen mit dem heutigen Kopfbahnhof wird der S21-Tiefbahnhof arm an Überwerfungsbauwerken sein - nicht zuletzt wohl ein Grund für die häufig kritisierte mangelhafte Leistungsfähigkeit dieses noch gar nicht existierenden Bahnhofs.

Für die Gleise 1a bis 6 gilt diese Kreuzungsfreiheit nur eingeschränkt.



Aufgrund seiner hohen Leistungsfähigkeit bei guter Betriebsqualität, also mit stabilem Fahrplan, ist der vorhandene Kopfbahnhof in Stuttgart mit seinen ursprünglich 17 Bahnsteiggleisen besser als der 8-gleisige Tiefbahnhof in der Lage, den Eisenbahn-Personenverkehr der Zukunft im Großraum Stuttgart zu bewältigen. Denn die hohe Leistungsfähigkeit des vorhandenen Kopfbahnhofs mit 56 Zugankünften in der Spitzenstunde von 7 bis 8 h entspricht - im Gegensatz zu den 49 Zugankünften, die bei S 21 maximal möglich sind - dem zukünftig zu erwartenden stark erhöhten Fahrgast-Aufkommen und somit einer stark ansteigenden Zugzahl des Stuttgarter Hbf, vor allem im Regionalverkehr. Vor dem Hintergrund drastisch steigender Ölpreise ist ein Szenario vorstellbar, bei dem das Autofahren möglicherweise in absehbarer Zeit für einen Großteil der Bevölkerung zu einem kaum noch bezahlbaren Luxus wird. Das Wirtschafts- und Ausbildungssystem in Stuttgart und Umgebung ist heute ganz stark auf die werktäglichen Pendlerfahrten von Arbeitnehmern, Auszubildenden, Schülern und Studenten sowie auf den Einkaufsverkehr angewiesen. Um zu verhindern, dass dieses System als Folge zu hoher Benzin- und Dieselpreise zusammenbricht, sollte die Option einer starken Verkehrsverlagerung weg vom Auto und hin zur energiesparenden Eisenbahn erhalten bleiben. Angesichts des geringen Marktanteils der Eisenbahn gegenüber dem Auto würde schon eine geringe Reduzierung des Autoverkehrs zu einem großen Zuwachs im System Eisenbahn und somit zu einer wesentlich höheren Zugzahl als heute führen, vor allem im werktäglichen Spitzenverkehr am Morgen. Für diese Zukunft ist der Kopfbahnhof besser gewappnet als Stuttgart 21. Dabei sind die Ausbaumöglichkeiten für den Kopfbahnhof noch gar nicht berücksichtigt, mit denen noch einmal eine wesentliche Leistungssteigerung geschaffen werden kann, wie dies beim Vorschlag "KOPFBAHNHOF FÜR STUTTGART - Vorschlag für einen zukunftsfähigen Bahnknoten Stuttgart" der VIAREGG-RÖSSLER GmbH gegeben ist.



5. Mögliche weitere Untersuchungsschritte

Eine computergestützte Simulation der Zugfahrten unter Berücksichtigung von Blocksignalen, also der Leit- und Sicherungstechnik, wurde nicht durchgeführt, da dies nicht zum Auftrag der vorliegenden Studie gehörte. Eine Betrachtung unter Berücksichtigung der Leit- und Sicherungstechnik bleibt einer vertiefenden Untersuchung vorbehalten. Diese kann kurzfristig stattfinden, da die relevanten Streckendaten hierfür in der EDV der VIAREGG-RÖSSLER GmbH bereits erfaßt wurden. Eine solche vertiefende Untersuchung könnte folgende Aufgaben beinhalten:

- (1) Ermittlung der erforderlichen zusätzlichen Blockteilungen anhand einer Mindest-Reservezeit in Sekunden vor dem nächsten auf grün schaltenden Hauptsignal bzw. Vorsignal
- (2) Ermittlung der statistischen Belegungszeit aller simulierten Blockstellen in Prozent, um das DB-Qualitätsmerkmal ("wirtschaftlich optimal, Premium usw.") für jede Strecke und für alle Strecken insgesamt, entsprechend der DB-Richtlinie 405, zu bestimmen
- (3) Schwachstellenanalyse anhand der Erfahrungen bei der Reproduktion des heutigen Fahrplans und Aufzeigen von möglichen baulichen Verbesserungen, die über die reine Leit- und Sicherungstechnik hinausgehen (z.B. Überwerfungsbauwerke, kurze Abschnitte mit zusätzlichen Gleisen auf bislang eingleisigen Strecken).