

---

## Literaturverzeichnis

- [1] ABEL, L.  
Indusi-Betriebsprogrammerweiterung -Teil 2-  
Ergebnisse und Einführung PZB 90  
in: Eisenbahningenieurkalender 1998  
Tetzlaff Verlag Hamburg 1998
- [2] ALCATEL, DB  
Zukunftstechnologie in den Betriebsleitungen  
Informationsschrift zur Rechnerunterstützten Zugüberwachung Frankfurt  
Frankfurt, 1992
- [3] ALTHAUS, H.:  
Linienförmiges Zugbeeinflussungssystem ZSL 90  
Signal+ Draht, 86 (1994) 5, S. 162 ff
- [4] BOSSE, G., MARTIN, U., PACHL, J.  
Anwendung des Simulationsprogramms UX-SIMU zur Leistungsuntersu-  
chung von Strecken.  
Schriftenreihe des Instituts für Verkehrssystemtheorie und Bahnverkehr,  
Band 1, S. 105 ff, Dresden 1995
- [5] BOUMA, A; OLTROGGE, C.:  
Linienplanung und Simulation für öffentliche Verkehrswege in Praxis und  
Theorie  
ETR - Eisenbahntechnische Rundschau 43 (1994), Heft 6, S. 369 ff
- [6] BRAND, T.  
Untersuchung von Verspätungsschwerpunkten im Personenfernverkehr  
im Bereich der Rechnerunterstützten Zugüberwachung Frankfurt am  
Main  
Vertieferarbeit am Fachgebiet Eisenbahnwesen der Technischen Hoch-  
schule Darmstadt  
Unveröffentlicht, Darmstadt 1995
- [7] BRÄNDLI, H.  
Besondere betriebliche Anforderungen an die Betriebslenkung bei S-  
Bahnen bzw. bei stark belasteten Systemen im Personennahverkehr  
S-Bahn nach Maß, Internationale Studententage in Zürich, 24.-26. April  
1991
- [8] BRÜNGER; O.  
Konzeption einer Rechnerunterstützung für die Feinkonstruktion von  
Eisenbahnfahrplänen  
Veröffentlichungen des Verkehrswissenschaftlichen Instituts der RWTH  
Aachen, Heft 51, Aachen 1995

- 
- [9] BRUNNER, P.  
Simulationsmodell für Tramnetze  
Dissertation am Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen-  
und Eisenbahnbau IVT, ETH-Hönggerberg, Zürich 1993
- [10] DANNENBERG, H., KLAHN, V., WIRSCHING, A.  
Analyse- und Bewertungsverfahren von Betriebskonzepten bei Nahver-  
kehrsbahnen  
ETR 42 (1993), Heft 12, S. 783 ff
- [11] DEUTSCHE BAHN AG, GB NETZ  
DS 408: Fahrdienstvorschrift (FV)  
Frankfurt, 1999
- [12] DEUTSCHE BAHN AG, GB NETZ  
DS 815: Bahnübergänge entwerfen und instandhalten  
Frankfurt, 1997
- [13] DEUTSCHE BAHN AG, GB NETZ  
DS 412: Sammlung betrieblicher Verfügungen (SBV)  
Berlin, 1998
- [14] DEUTSCHE BAHN AG,  
DS 483/1: Vorschrift für die Bedienung von Zugbeeinflussungsanlagen -  
Indusi-  
Frankfurt, 1994
- [15] DEUTSCHE BUNDESBahn  
Kursbuch 93/94, 23.Mai 1993 bis 28. Mai 1994  
Mainz, Berlin, 1993
- [16] DEUTSCHE BUNDESBahn,  
DS 402 02: Produktion -Personenzüge planen-  
Frankfurt, 1993
- [17] DIRMEIER, W.:  
Die Durchführung des Taktfahrplans in Eisenbahn-Knotenpunkten  
Dissertation, Technische Hochschule Darmstadt, 1977
- [18] DIRMEIER, W.:  
Besonderheiten und Probleme der Betriebsführung in einem Taktfahr-  
plannetz  
Internationales Verkehrswesen 30 (1978) H. 4, S 261 ff
- [19] DIRMEIER, W.:  
Ein Beitrag zur Zeitlückentheorie bei der Überlagerung von individuellen  
und Taktfahrplan im Bereich von Eisenbahnknoten  
AET - Archiv für Eisenbahntechnik 33 (1978), S. 39 ff

- [20] FENGLER, W.:  
Rechnergestützte Netzstrukturuntersuchung und Linienplanung im  
Schienenpersonenverkehr  
ETR - Eisenbahntechnische Rundschau 37 (1988), Heft 4, S. 221 ff
- [21] FIEDLER, J.:  
Die Haltezeit und ihre Einflußfaktoren  
ETR - Eisenbahntechnische Rundschau 17 (1968), Heft 11, S. 474 ff
- [22] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND  
VERKEHRSWESEN  
Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA)  
Köln, 1992
- [23] GERTLER, F.; STOLZENBERG; H.-J.:  
Das Zugbeeinflussungssystem ZUB 123  
Signal+Draht, 86 (1994) 11, S 361 ff
- [24] GÖTZ, G.; BORGHARDT, H.; DRIEBE, G.; KAHLE, H.; STEGMANN, W.  
Die Berliner S-Bahn  
Transpress Verlag, 1962
- [25] HABICH, G., STÖLTING, V.  
Simulationsmodelle für hochbelastete Stadtbahnstrecken  
in: Der Nahverkehr 4/96
- [26] HAUPTMANN, D., KAMINSKY, R., RADTKE, A.  
Integrierte Planung des Eisenbahnbetriebs mit Simu+ +  
in: Signal+Draht, 91 (1999) 7+8, S. 5 ff
- [27] HERMANN, U.  
Untersuchung zur Verspätungsentwicklung von Fernreisezügen auf der  
Datengrundlage der Rechnerunterstützten Zugüberwachung Frankfurt  
am Main  
Dissertation am Fachgebiet Eisenbahnwesen der TU Darmstadt, Darm-  
stadt 1996
- [28] HERTEL, G., STECKEL, J  
Fahrzeitberechnung unter stochastischem Aspekt  
Eisenbahningenieur 43, 1992, Heft 5, S. 304 ff
- [29] HOYER, J.  
Untersuchung von Haltezeiten im S-Bahn-Verkehr  
Vertiefearbeit am Fachgebiet Eisenbahnwesen der Technischen Hoch-  
schule Darmstadt  
Unveröffentlicht, Darmstadt 1996

- [30] JENTSCH, E., GRÖPLER, O.  
Stochastische Zugfahrtsimulation-Zusammenhänge und Anwendungsmöglichkeiten  
Taktfahrplan und Kapazität, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrssystemtheorie und Bahnverkehr, Band 2, Dresden 1995
- [31] KLAHN, V.  
Die betriebliche Simulation großer Eisenbahnnetze  
ETR 43 (1994), Heft 10, S. 667 ff
- [32] KLAHN, V., HARTMANN, J., TWELE, H.  
Simulation der S-Bahn Nürnberg  
Der Nahverkehr, 11/95, S. 55 ff
- [33] KLAHN, V., STÖLTING, V.  
Optimierung von Betriebsabläufen bei Bahnen im Personennahverkehr  
Der Nahverkehr, 3/95, S. 18 ff
- [34] KOLB, B.  
Untersuchung von Verspätungsschwerpunkten im S-Bahn-Verkehr im Bereich der Rechnerunterstützten Zugüberwachung Frankfurt am Main  
Vertieferarbeit am Fachgebiet Eisenbahnwesen der Technischen Hochschule Darmstadt  
Unveröffentlicht, Darmstadt 1997
- [35] KRAFT, K H.:  
Verspätungsmodelle für den Schnellbahnbetrieb  
AET - Archiv für Eisenbahntechnik 38 (1983), S. 5 ff
- [36] KRÖH, J.  
Minimierung von Fahrzeitverlusten durch Vorgabe optimaler Geschwindigkeiten über die Linienzugbeeinflussung  
Dissertation am Fachbereich Wasser und Verkehr der Technischen Hochschule Darmstadt  
Darmstadt 1980
- [37] LADEMANN, F.:  
Zeitprobleme des öffentlichen Nahverkehrs  
Verkehr+Technik 1948 H. 1/2, S. 6 ff
- [38] LAMPE, D.:  
Qualitätsmerkmal Pünktlichkeit  
ZEV+DET - Glasers Annalen 115 (1991) H. 3, S. 84 ff
- [39] LANGE, H-A.:  
ZUB 122 überwacht den Pendolino  
Signal+ Draht, 85 (1993) 10, S. 320 ff

- [40] MÜHLHANS, E.  
Zur Leistungsfähigkeit eingleisiger Baubetriebszustände  
Die Bundesbahn (1977), H. 6, S. 383 ff
- [41] MÜHLHANS, E.  
Mathematische Beschreibung der Ankunftsverteilung im Eisenbahnbetrieb  
ETR- Eisenbahntechnische Rundschau 28 (1979), H. 5, S. 377 ff
- [42] MÜHLHANS, E.  
Methoden der Leistungsfähigkeitsuntersuchung im Eisenbahnbetrieb  
Sitzungsniederschrift der 17. Sitzung des wiss. Ausschusses für Bau- und Betriebstechnik der Deutschen Bundesbahn, Anlage 2.1, München 1980
- [43] MÜHLHANS, E.  
Wie mißt man die Bedienungsqualität?  
ETR- Eisenbahntechnische Rundschau 31 (1982), H. 4, S. 233 ff
- [44] MÜHLHANS, E.  
Die Gleisgruppe als Bedienungssystem  
ETR- Eisenbahntechnische Rundschau 31 (1982), H. 6, S. 472 ff
- [45] MÜHLHANS, E.  
Berechnung der Verspätungsentwicklung bei Zugfahrten  
ETR- Eisenbahntechnische Rundschau 38 (1989), H. 9, S. 582
- [46] MÜHLHANS, E.  
Verfahren zur Berechnung der Verspätungsentwicklung bei Zugfahrten  
ETR- Eisenbahntechnische Rundschau 39 (1990), H. 7/8, S. 465 ff
- [47] NEWI, H., CERBE, T., SCHLEGEL, H.  
Verspätungsanalyse durch Simulation  
Signal+Draht, 90 (1998) 10, S. 16 ff
- [48] NICKEL, H.  
Die Verteilung der Betriebsleistung über die Tageszeit  
Die Bundesbahn 50 (1974), H. 7, S. 417 ff
- [49] PACHL, J.  
Steuerlogik für Zuglenkanlagen zum Einsatz unter stochastischen Betriebsbedingungen (Diss.)  
Schriftenreihe des Instituts für Verkehr, Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung der TU Braunschweig, Heft 49, Braunschweig 1993
- [50] PTOK, B.  
ETCS - Kern des "Europäischen Eisenbahn Verkehrsmanagement Systems"  
Eisenbahningenieur (47) 3/96, S. 56 ff

- 
- [51] RAPPENGLÜCK, W.  
Neuer Triebzug 420 für den Nahverkehr der Deutschen Bundesbahn  
in: Glasers Annalen 94 (1970), Nr. 7 (Juli), S. 218 ff
- [52] REICHARDT, H. D.  
Berliner S-Bahn  
Alba Buchverlag, Düsseldorf 1974
- [53] RHEIN-MAIN-VERKEHRSVERBUND  
Angebotsgestaltung im SPNV  
Hofheim 1997
- [54] SPÖRNDLI, V.  
Einführung der ZUB 121 bei den SBB  
Signal+ Draht, 86 (1994) 5, S. 149 ff
- [55] WEHNER, L.  
Signalsystem der S-Bahn München  
Internationales Verkehrswesen 24 (1972), Nr. 3, S.115 ff
- [56] WEHNER, L.  
Signalsystem der S-Bahn München (Teil 1)  
Signal und Draht 62 (1970), Nr. 11, S. 200 ff
- [57] WEHNER, L.  
Signalsystem der S-Bahn München (Teil 2)  
Signal und Draht 62 (1970), Nr. 12, S. 209 ff
- [58] WEIDMANN, U.  
Der Fahrgastwechsel im öffentlichen Personenverkehr  
Dissertation am Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen-  
und Eisenbahnbau IVT, ETH-Hönggerberg, Zürich 1994

**Verzeichnis sonstiger interner Unterlagen der DB**

- [DB1] BZA MÜNCHEN  
Z-V-Diagramm ET 420  
München 1976
- [DB2] DEUTSCHE BAHN AG, GB NETZ  
Punktförmiges Zugbeeinflussungssystem PZB 90, Kurzbeschreibung  
Frankfurt, 1994
- [DB3] DEUTSCHE BAHN AG, GB NETZ  
La - Bereich Mitte  
Frankfurt, 1. bis 50. Woche 1994
- [DB4] DEUTSCHE BAHN AG, GB NETZ  
Streckenübersichtspläne, Gesamtnetz S-Bahn Rhein-Main  
Frankfurt, 1995
- [DB5] DEUTSCHE BAHN AG, GB NETZ  
Streckenübersichtsplan Ffm-Südbahnhof - Darmstadt  
Frankfurt, 1998
- [DB6] DEUTSCHE BAHN AG, GB NETZ  
S-Bahn Rhein-Main, Fahrplanschema 98/99  
Frankfurt, 1998
- [DB7] DEUTSCHE BUNDESBAHN  
S-Bahn Rhein-Main, Leistungsangebot 93/94  
Frankfurt, 1993
- [DB8] DEUTSCHE BUNDESBAHN  
S-Bahn Rhein-Main, Fahrplanschema 93/94  
Frankfurt, 1993
- [DB9] DEUTSCHE BUNDESBAHN  
La - Bereich Mitte  
Frankfurt, 24. bis 52. Woche 1993

## Abbildungsverzeichnis

Abb.		Seite
2.1	Schematische Darstellung der von den S-Bahn-Linien 3 und 4 befahrenen Strecken	5
2.2	Graphische Darstellung der Untersuchungsmethodik	6
3.1	Z/v-Diagramm und maximale Beschleunigung ET 420 (Vollzug) (nach [DB1])	8
3.2	Beschleunigung ET 420 (eigene Messungen)	8
3.3	Maximale Verzögerung ET 420 [51]	9
3.4	Bremsverzögerung ET 420 (eigene Messungen)	10
3.5	Überwachungspunkte Indusi I 60 (nach [14])	14
3.6	Darstellung der "Indusiproblematik " in einem Geschwindigkeits-/Wegdiagramm	16
3.7	Überwachungskurven Indusi PZB 90 (nach [DB2])	17
3.8	Auswirkungen von PZB 90 auf die Fahrzeit bei Halt vor dem Vorsignal	18
3.9	Auswirkungen von PZB 90 auf die Fahrzeit bei Halt zwischen Vor- und Hauptsignal	20
3.10	Kürzest möglicher "Begegnungsabschnitt" bei Mittelbahnsteig	25
3.11	Kürzest möglicher "Begegnungsabschnitt" bei Außenbahnsteigen	25
3.12	Bahnsteig im zweigleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges unmittelbar am Hauptsignal	27
3.13	Bahnsteig im zweigleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges zwischen Hauptsignal und 500 Hz-Magnet	28
3.14	Bahnsteig im zweigleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges zwischen 500 Hz-Magnet und Vorsignal	29
3.15	Bahnsteig im zweigleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges zwischen 500 m vor dem Hauptsignal und dem Vorsignal	29
3.16	Bahnsteig im zweigleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges vor dem Vorsignal	30
3.17	Bahnsteig im eingleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges unmittelbar am Hauptsignal	30
3.18	Bahnsteig im eingleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges zwischen Hauptsignal und 500 Hz-Magnet	31



---

3.19	Bahnsteig im eingleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges zwischen 500 Hz-Magnet und Vorsignal	31
3.20	Bahnsteig im zweigleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges zwischen 500 m vor dem Hauptsignal und dem Vorsignal	32
3.21	Bahnsteig im zweigleisigen Abschnitt, Halteplatz des Zuges vor dem Vorsignal	32
4.1	Durch die Mittelung der Geschwindigkeiten verursachter Fehler bei der Berechnung der Interpolationszeiten	39
4.2	Durch Abweichungen in den Kilometrierungen verursachter Fehler bei der Berechnung der Interpolationszeiten	39
4.3	Entfernung der Zugeinwirkstelle für den Signalhaltfall bei Einfahrsignalen (eigene Messungen)	41
4.4	Entfernung der Zugeinwirkstelle für den Signalhaltfall bei Ausfahrsignalen (eigene Messungen)	42
4.5	Mittlere Verspätungsentwicklung auf der S-Bahn-Linie 4 Richtung Norden vor der Korrektur	44
4.6	Mittlere Verspätungsentwicklung auf der S-Bahn-Linie 4 Richtung Norden nach der Korrektur	44
4.7	Auswirkungen unterschiedlicher Zugkonfigurationen auf die Ankunfts- und Abfahrtszeit	45
4.8	Mögliche und nicht mögliche Haltezeitverteilung	47
4.9	Ankunfts- und Abfahrtsverspätung der Linie 4 in Niederhöchstadt, Fahrtrichtung Norden	48
4.10	Verspätungen auf den Streckenabschnitten der S-Bahn-Linie 4, Fahrtrichtung Norden	50
5.1	Darstellung der Verteilungsfunktion durch einzelne Stützpunkte	53
5.2	Darstellung der Verteilungsfunktion durch eine mathematische Funktion	53
5.3	Häufigkeitspolygone und Verteilungsfunktionen der Haltezeit verspäteter Züge in Eschborn, S-Bahn-Linie 3 Richtung Norden	54
5.4	Darstellung einer Verteilungsfunktion durch zwei Punkte und drei Funktionen	55
5.5	Eingabewerte der Verteilungsfunktion der Haltezeit	56
5.6	Ermittlung der Haltezeit mittels einer aus drei Funktionen bestehenden Verteilungsfunktion	57
5.7	Verteilungsfunktionen der Mindesthaltezeiten in Eschborn (Linie 3 Richtung Norden), Vergleich der RZü-Daten mit der berechneten Verteilungsfunktion	57

5.8	Werktägliche Ganglinie im SPNV/RMV [53]	58
5.9	Tagesganglinie der Haltezeiten der S-Bahn-Linie 2 Richtung Süden (stadteinwärts)	58
5.10	Werk tägliche Ganglinie der Fahrgastzahlen im RMV [53] und Definition der Verkehrszeiten im Rahmen der RZü-Auswertung	59
5.11	Linienweise Darstellung der Haltezeitdifferenzen zum Mittelwert	60
5.12	Verteilungsfunktion der Fahrzeiten	64
5.13	Mittelwerte der Fahrzeitänderungen in Abhängigkeit der Verkehrszeiten	66
5.14	Fahrzeiten in Abhängigkeit der Verspätungen	67
5.15	Mittelwerte der Fahrzeitänderungen in Abhängigkeit der Verkehrszeiten und Zugfolgeabstände in der HVZ, Streckenabschnitt Ffm Süd - Niederh6chstadt	69
5.16	Fahrzeitabweichungen in Abhängigkeit der Verspätungen, Streckenabschnitt Ffm Süd - Niederh6chstadt (Fahrtrichtung Norden)	70
5.17	Fahrzeitabweichungen in Abhängigkeit der Verspätungen, Streckenabschnitt Niederh6chstadt-Ffm Süd (Fahrtrichtung S6uden)	70
5.18	Ermittlung der Mindestwendezeiten	74
5.19	Gleisplanskizze Ffm M6uhlberg	76
5.20	Gleisplanskizze Niedernhausen	76
5.21	Gleisplanskizze Bad Soden	77
5.22	Gleisplanskizze Kronberg	77
5.23	Verteilungsfunktionen der Wendezeiten bei einmänniger Wende in den Bahnh6fen Bad Soden, Kronberg und Ffm S6ud	78
5.24	Beschreibung der Abfahrtsverspätung durch eine einzige Exponentialfunktion	80
5.25	Abfahrtsverspätung in Bad Soden (S-Bahn-Linie 3)	81
5.26	Verteilungsfunktion der Abfahrtsverspätung	81
6.1	Vorschlag f6ur eine Verzeichnisstruktur	88
6.2	Gliederung der Formulare und Units	99
6.3	Ablaufschema der Vorbereitung der Simulation	104
6.4	Entscheidungskriterien f6ur die Speicherung eines Datensatzes in der Behinderungs-6bertragungsdatei	107
6.5	Beispielhafte Darstellung eines Behinderungs-6bertragungsdiagramms	108
6.6	Behinderungs-6bertragungsdiagramm mit drei Bereichen	109

---

6.7	Behinderungs-Übertragungsdiagramm mit fünf Bereichen	110
6.8	Behinderungs-Übertragungsdiagramm mit fünf Bereichen und horizontaler Linie im dritten Bereich	111
6.9	Behinderungs-Übertragungsdiagramm mit $t_{roll} = const.$ und $t_{roll\_sig} = 0..90$ Sekunden	112
6.10	Behinderungs-Übertragungsdiagramm mit $t_{roll} = t_{roll\_sig} = 0..90$ Sekunden	113
6.11	Auswirkungen der Indusi PZB 90 auf das Behinderungs-Übertragungsdiagramm	114
6.12	Fahrzeitverlängerungskurve für den Streckenabschnitt von Ffm Stresemannallee nach Ffm Süd	115
6.13	Darstellung der Behinderungs-Übertragungsdiagramme mit und ohne PZB 90	115
6.14	Ablaufdiagramm eines Simulationslaufs	116
6.15	Zielgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Zielentfernung	118
6.16	Deadlock auf einer eingleisigen Strecke mit Begegnungsabschnitten	120
6.17	Deadlock in einem eingleisigen Streckenabschnitt	120
6.18	Anti-Deadlock-Strategie des Programms	121
6.19	Ablauf der Deadlock-Überprüfung innerhalb des Programms	121
6.20	Berechnung des Bremszielpunktes bei Überfahren des 1000 Hz-Magneten	122
6.21	Hauptmenü Simulationsprogramm	125
7.1	Schematische Darstellung der bestehenden Strecke	126
7.2	Abschnitt Darmstadt Hbf - Darmstadt-Arheilgen, Variante Mitnutzung der Fernbahngleise	129
7.3	Abschnitt Darmstadt Hbf - Darmstadt-Arheilgen, Variante eigenes S-Bahn-Gleis	129
7.4	Abschnitt Darmstadt-Arheilgen - Wixhausen, Variante Einfädeldung hinter dem Bahnsteig	130
7.5	Abschnitt DA-Arheilgen - Wixhausen, Einfädeldung vor Wixhausen	130
7.6	Abschnitt Wixhausen - Erzhausen, zweigleisiger Ausbau einschließlich der Station Wixhausen	130
7.7	Abschnitt Wixhausen - Erzhausen, Ausfädeldung direkt hinter der Ortslage Wixhausen	131
7.8	Derzeitiger Zustand des Bahnhofs Langen	132
7.9	Abschnitt Egelsbach - Langen, zweigleisiger Ausbau zwischen Egelsbach und Langen	132

---

7.10	Differenzen der Mittelwerte zwischen den Simulationen	133
7.11	Differenzen der Überschreitungshäufigkeit vorgegebener Abszissenwerte zwischen den Simulationen	133
7.12	Langsamfahrstelle im Bereich des Kreuzungsbauwerks zwischen Langen und Egelsbach, eingleisige Variante	137
7.13	Auswirkungen einer Langsamfahrstelle zwischen Langen und Egelsbach auf die Fahrzeit	138
7.14	Verspätungsabbau zwischen Langen und Ffm Süd bei unterschiedlichen Anfangsverpätungen	143
7.15	Verspätungsverteilungen der Variante A in Ffm Süd und Niederhöchstadt, Fahrtrichtung Norden	144
7.16	Darstellung der Verspätungsübertragung in Fahrtrichtung Norden in den Varianten A, B, Z und D, DB, DZ	148
7.17	Ankunftsverspätung in Langen, Varianten BZ und DBZ, ohne La und mit La=70 %	150
7.18	Darstellung der Verspätungsübertragung in Fahrtrichtung Süden in den Varianten A, B, Z und D, DB, DZ	151
7.19	Darstellung der Verspätungsübertragung in Fahrtrichtung Norden in den Varianten BZ, BWZ, BZX und DBZ, DBWZ, DBZX	153
7.20	Darstellung der Verspätungsübertragung in Fahrtrichtung Süden in den Varianten BZ, BWZ, BZX und DBZ, DBWZ, DBZX	156
7.21	Ankunftsverspätung an verschiedenen Betriebsstellen, Fahrtrichtung Süden, Variante DBWZ ohne La-Stelle	157
7.22	Mittelwerte der Abfahrtsverspätung in Abhängigkeit der Ankunftsverspätung und der planmäßigen Wendezeit	158
7.23	Einfluß der Zugbeeinflussungsart auf das Verspätungsniveau	158
7.24	Differenzen der Überschreitungshäufigkeiten kritischer Verspätungen zwischen den Ausbauvarianten und der Nullvariante	160
7.25	Streckenplan der Variante DBZ	161
7.26	Streckenplan der Variante DBZX	162

## Tabellenverzeichnis

Tab.		Seite
3.1	Verkehrlich notwendige Haltezeiten bei der S-Bahn Rhein-Main [DB8]	11
3.2	Mindestwendezeiten für S-Bahn-Triebfahrzeuge ET 420 [16]	11
3.3	Klassifizierung von Verspätungsgründen ([21], [28], [34] sowie eigene Überlegungen)	12
3.4	Unterscheidungskriterien zwischen Kreuzungsbahnhof und Begegnungsabschnitt	24
4.1	RZü-Datenstruktur (nach [27])	34
4.2	S-Bahn-Liniennummern RZü	37
4.3	Vorhandene Betriebsstellentypen im Korrekturprogramm	43
4.4	Kriterien für das Löschen von Datensätzen	51
5.1	Linienweise Auflistung der Haltezeitdifferenzen zum Mittelwert	59
5.2	Mittelwerte und Abszissenwerte der Haltezeitverteilungen, die von 20 % und von 70 % der Haltezeiten unterschritten werden	62
5.3	Eingabewerte der Mindesthaltezeiten für die Simulation	63
5.4	Zusammenstellung der Eingabewerte für die Fahrzeitabweichungen	71
5.5	Planmäßige Wendezeiten im Bereich der S-Bahn Frankfurt/M. [DB8]	75
5.6	Zusammenstellung der Wendezeiten	79
5.7	Mittelwerte, Abszissenwerte und Formvariablen der Abfahrtsverspätungen an den Wendebahnhöfen	83
5.8	Auftretenswahrscheinlichkeit von Zugschäden	85
7.1	Planmäßige Haltezeiten der S-Bahn-Linien 3 und 4 [DB6]	127
7.2	Zusammenfassung der simulierten Varianten	136
7.3	Ausgewertete Betriebsstellen	139
7.4	Auswirkungen von Verlängerungen der Begegnungsabschnitte in Abhängigkeit der Verspätungstypen	164