

---

DISS ETH NO. 21473

# **Prognose der Dauer von Störungen des Bahnbetriebs**

ABHANDLUNG  
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN

der

ETH ZÜRICH

vorgelegt von  
STEFFEN SCHRANIL

Diplom-Ingenieur, TU Dresden  
geboren am 30. Dezember 1984  
in Deutschland

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. Ulrich Weidmann  
Prof. Dr.-Ing. Arnd Stephan

2013

# Inhalt

	Seite
<b>1</b>	<b>Einführung ..... 1</b>
1.1	Motivation ..... 1
1.2	Forschungsziel ..... 3
1.3	Struktur dieser Dissertation ..... 6
<b>2</b>	<b>Grundlagen und Problemstellung ..... 7</b>
2.1	Spurgebundene Systeme (Bahnen) ..... 7
2.1.1	Wesen spurgebundener Systeme als Teil der Verkehrssysteme ..... 7
2.1.2	Ausprägungen spurgebundener Systeme ..... 11
2.1.3	Relevanz für die Störungsprognose ..... 14
2.2	Ressourcenbasierte Störungsdefinition ..... 16
2.2.1	Nomen- und Branchensicht auf Störungen ..... 16
2.2.2	Ressourcenorientierung und Störungsdefinition ..... 17
2.2.3	Systemleistungsfähigkeit im Störfall ..... 18
2.2.4	Rolle der Verspätungen ..... 19
2.3	Akteure im Störungsgeschehen ..... 21
2.3.1	Systematik von Störereignissen ..... 21
2.3.2	Elementare Bahnsystemakteure ..... 22
2.3.3	Elementarprozesse im Umgang mit Störereignissen ..... 23
2.4	Störungsverständnis in anderen Fachgebieten ..... 25
2.4.1	Abstraktion von Störereignissen ..... 25
2.4.2	RAMS-Betrachtung für Störereignisse ..... 26
2.4.3	Störereignisse in der (Industrie-) Produktion ..... 27
2.4.4	Störungswahrnehmung in der Verkehrspsychologie ..... 33
2.5	Zwischenfazit zum Kapitel 2 ..... 36
<b>3</b>	<b>Methodisches Konzept ..... 37</b>
3.1	Ressourcenorientierte Betrachtung ..... 37
3.1.1	Ressourcenansatz ..... 37
3.1.2	Ressourcen in der Bottom-Up-Betrachtung ..... 38
3.1.3	Ressourcen in der Top-Down-Betrachtung ..... 40
3.2	Fallstudien in diversen Bahnsystemen ..... 41
3.2.1	Zielsetzung und Einteilung der Fallstudien ..... 41
3.2.2	Stichprobenumfang der Fallstudien ..... 43
3.2.3	Fallstudien der Knotenpünktlichkeit ..... 44
3.2.4	Konzipierte Fallstudien mit den Forschungspartnern ..... 46

<b>3.3</b>	<b>Stochastikinversion und Quantilbetrachtung .....</b>	<b>53</b>
3.3.1	Dichte, Verteilung und Quantile .....	53
3.3.2	Berechnungen mittels adaptierten Exponentialverteilungen .....	56
3.3.3	Berechnungen mittels Normalverteilung .....	57
3.3.4	Umkehrung der Inversion .....	59
<b>3.4</b>	<b>Methoden der Variantenevaluation.....</b>	<b>61</b>
3.4.1	Parameterbewertung mittels ABC-Analyse .....	61
3.4.2	Zusammenführen von Bewertungen .....	62
3.4.3	Standardisierte Bewertung .....	63
<b>3.5</b>	<b>Zwischenfazit zum Kapitel 3.....</b>	<b>65</b>
<b>4</b>	<b>Analyse von Störungsarten .....</b>	<b>66</b>
<b>4.1</b>	<b>Prozessanalyse der Bahnproduktion .....</b>	<b>66</b>
4.1.1	Generischer Störungsablauf .....	66
4.1.2	Prognoserelevante Anforderungen und Zeiten.....	69
4.1.3	Datenlage für das Störungsmonitoring.....	71
4.1.4	Motivationen und deren Hierarchie .....	73
<b>4.2</b>	<b>Analyse mittels Bottom-Up-Betrachtung .....</b>	<b>75</b>
4.2.1	Analyseansatz der Bottom-Up-Betrachtung .....	75
4.2.2	Klassifizierungsregeln der Bottom-Up-Betrachtung .....	75
4.2.3	Klassifizierungsschema der Bottom-Up-Betrachtung .....	77
<b>4.3</b>	<b>Analyse mittels Top-Down-Betrachtung .....</b>	<b>79</b>
4.3.1	Analyseansatz der Top-Down-Betrachtung.....	79
4.3.2	Klassifizierungsregeln der Top-Down-Betrachtung .....	79
4.3.3	Klassifizierungsschema der Top-Down-Betrachtung .....	81
<b>5</b>	<b>Analysen von Störungsdaten .....</b>	<b>82</b>
<b>5.1</b>	<b>Distance zur Eruiierung relevanter Ereignisklassen .....</b>	<b>82</b>
5.1.1	Analyse des Störungseintritts als Risiko .....	82
5.1.2	Begriff der (Disturbance) Distance.....	83
5.1.3	Eindimensionales Ranking der Störungsschwere (Kritikalität).....	85
<b>5.2</b>	<b>Fallstudienergebnisse.....</b>	<b>87</b>
5.2.1	Ergebnisse der Fallstudien zur Knotenpünktlichkeit .....	87
5.2.2	Ergebnisse der Fallstudien mit den Praxispartnern .....	94
5.2.3	Schlussbemerkungen zu den Fallstudien.....	110
<b>5.3</b>	<b>Quantilevaluation .....</b>	<b>111</b>
5.3.1	Anforderungen an Quantile.....	111
5.3.2	Prognosefähigkeit, Prognosekennzahl und Störungsquantil .....	114
5.3.3	Stetige Quantilermittlung .....	120
<b>5.4</b>	<b>Zwischenfazit zum Kapitel 5.....</b>	<b>122</b>

<b>6</b>	<b>Beheben von Störungen</b> .....	<b>123</b>
<b>6.1</b>	<b>Betriebliche Störungsbehebung (Disposition)</b> .....	<b>123</b>
6.1.1	Elementare Dispositionsmaßnahmen .....	123
6.1.2	Quantifizierung der Dispositionsmaßnahmen .....	125
6.1.3	Evaluation von Einsatzkriterien der Dispositionsmaßnahmen .....	132
6.1.4	Rückführung in den Regelbetrieb .....	138
<b>6.2</b>	<b>Technische Störungsbehebung (Intervention)</b> .....	<b>140</b>
6.2.1	Interventionsstrategien .....	140
6.2.2	Interventionsprozess und dessen Quantifizierung .....	141
6.2.3	Interventionsdaten in den Fallstudien .....	143
<b>6.3</b>	<b>Ereigniskommunikation</b> .....	<b>155</b>
6.3.1	Innerbetriebliche Meldekettensysteme im Ereignisfall .....	155
6.3.2	Informationsbedürfnis des Endkunden .....	165
6.3.3	Information und Kommunikation im Ereignisfall .....	166
<b>6.4</b>	<b>Zwischenfazit zu Kapitel 6</b> .....	<b>170</b>
<b>7</b>	<b>Prognoseprozess im Störfall</b> .....	<b>171</b>
<b>7.1</b>	<b>Ansatz und Inputs für den Prognoseprozess</b> .....	<b>171</b>
7.1.1	Typen der Störungsprognose .....	171
7.1.2	Technische und betriebliche Störungsaspekte .....	172
7.1.3	Bestimmungsgrößen für die Prognosegranularitäten .....	175
<b>7.2</b>	<b>Der Prognoseprozess inklusive Detailprozessen</b> .....	<b>178</b>
7.2.1	Konzeption der Störungsprognose .....	178
7.2.2	Generischer Prozess der Störungsprognose nebst Teilprozessen .....	181
7.2.3	Prognosegenauigkeit und -implementierung .....	184
<b>8</b>	<b>Synthese und Fazit</b> .....	<b>188</b>
<b>8.1</b>	<b>Erkenntnisse aus der aktuellen Störungsforschung</b> .....	<b>188</b>
<b>8.2</b>	<b>Ausblick und weiterer Forschungsbedarf</b> .....	<b>195</b>
<b>8.3</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>197</b>
<b>Anhang</b> .....		<b>198</b>

# Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Herleitung der Schutzfunktionen nebst Anwendungsbeispielen in Bahnsystemen (Maschek, 2012) .....	10
Abbildung 2: Klassifizierung von Bahnsystemen (eigene Darstellung) .....	11
Abbildung 3: Systemleistungsfähigkeit nebst Widerstandsfähigkeit im Störfall (Dorbritz, 2012) .....	18
Abbildung 4: Systematik von Störereignissen nebst methodischem Ansatz (eigene Darstellung) .....	21
Abbildung 5: Bahnsystemakteure in Voll- und Stadtbahn im Sinne der EWG-Richtlinie (eigene Darstellung) .....	23
Abbildung 6: Elementarprozesse im betrieblichen Störungsumgang (eigene Darstellung) .....	24
Abbildung 7: Systemzustände gemäss CLC TR 50126-2 mit SBB-Pendants (eigene Darstellung nach Schema IVT) .....	27
Abbildung 8: Aufgaben und Strategien des Störungsmanagements in der Produktion (Patig, 2001) .....	28
Abbildung 9: Ablauf der Mengen- und Terminüberwachung nebst Steuerungsebenen (REFA, 1985) .....	29
Abbildung 10: Logistisches Störungsmanagement in kundenverbrauchsorientierten Wertschöpfungsketten (Meyer, 2007) .....	30
Abbildung 11: Fehlerbaum als praxisnahe Prinzipdarstellung (REFA, 1985) .....	31
Abbildung 12: Geschätzte Zeitkosten ÖV, Pendler, kombiniertes Modell (König, et al., 2004) .....	34
Abbildung 13: Funktionaler Zusammenhang zwischen mittlerer Fahrtfolgezeit und Reisezeitäquivalenzwert der zeitlichen Verfügbarkeit (Lübke, et al., 2008) .....	36
Abbildung 14: Betrachtungsweisen von Störereignissen (eigene Darstellung) .....	40
Abbildung 15: Forschungspartner der Dissertation Störungsprognose (eigene Darstellung) .....	41
Abbildung 16: Primär- und Totalverspätungen als Dichtefunktion (eigene Darstellung) .....	53
Abbildung 17: Primär- und Totalverspätungen als Verteilung (eigene Darstellung) .....	54
Abbildung 18: Diverse Quantile mit zugeordneten Zeiten (eigene Darstellung) .....	55
Abbildung 19: Systematisierung der stochastischen Kenngrössen (eigene Darstellung) .....	60
Abbildung 20: Generischer Störungsablauf in temporaler Verflechtung (Schranil, et al., 2011) .....	67
Abbildung 21: Generischer Störungsablauf in kausaler Verflechtung (Schranil, et al., 2013) .....	68
Abbildung 22: Hierarchie der Motivationsrichtungen des Störungsmonitorings (Schranil, et al., 2011) .....	73
Abbildung 23: Distance Gesamtverkehr der SBB (2011, $\epsilon = 0.02$ , eigene Darstellung, geschnittene Achsen) .....	84
Abbildung 24: Dichtefunktion der Messungen in Zürich HB (10/2010 – 04/2013, eigene Messung) .....	87
Abbildung 25: Verteilfunktion der Messungen in Zürich HB (10/2010 – 04/2013, eigene Messung) .....	88
Abbildung 26: Top-Down-Klassen der Messungen in Zürich HB (10/2010 – 04/2013, eigene Messung) .....	88
Abbildung 27: Dichtefunktion der Messungen in Dresden Hbf (12/2010 – 12/2012, eigene Messung) .....	89
Abbildung 28: Verteilfunktion der Messungen in Dresden Hbf (12/2010 – 12/2012, eigene Messung) .....	89
Abbildung 29: Top-Down-Klassen der Messungen in Dresden Hbf (12/2010 – 12/2012, eigene Messung) .....	90
Abbildung 30: Dichtefunktion der Messungen in Dresden Postplatz (10/2010 – 12/2011, eigene Messung) .....	90

Abbildung 31: Verteilfunktion der Messungen in Dresden Postplatz (10/2010 – 12/2011, eigene Messung)..... 91

Abbildung 32: Top-Down-Klassen der Messungen in Dresden Postplatz (10/2010 – 12/2011, eigene Messung)..... 91

Abbildung 33: Dichtefunktion nach Fahrtrichtung der Messungen in Dresden Postplatz (10/2010 – 12/2011, eigene Messung)..... 92

Abbildung 34: Top-Down-Klassen nach Fahrtrichtung der Messungen in Dresden Postplatz (10/2010 – 12/2011, eigene Messung)..... 92

Abbildung 35: Ausgewählte Quantile der Knotenpünktlichkeit (eigene Darstellung) ..... 93

Abbildung 36: Ressourcenanteil von Codes (links oben), Meldungen (rechts oben) und Totalverspätungen (unten) der ErZu-Daten 2011 (eigene Darstellung)..... 94

Abbildung 37: Distance der Betriebsstellen nach ErZu-Daten 2011 bezüglich Totalverspätung ( $\epsilon = 0.01$ , eigene Darstellung) ..... 95

Abbildung 38: Ressourcenanteil von Codes (links oben), Meldungen (rechts oben) und Zusatzverspätungen (unten) der DB-Daten 2011 (eigene Darstellung) ..... 96

Abbildung 39: Distance Gesamt-/ Personenverkehr zu Störungsart in DB-Daten 2011 ( $\epsilon = 0.05$ , eigene Darstellung) ..... 97

Abbildung 40: Distance der Betriebsstellen in DB-Daten 2010 bezüglich Zusatzverspätungen ( $\epsilon = 0.01$ )..... 97

Abbildung 41: Verteilfunktion ausgewählter VU-Ereignisklassen 2011 (eigene Darstellung) ..... 98

Abbildung 42: Pünktlichkeit nach Zugtypen bei DB-Messung 2011/2012 (eigene Messung) ..... 99

Abbildung 43: Distance Personenverkehr bezüglich Verspätungen in DB-Messung 2011/2012 ( $\epsilon = 0.05$ , eigene Messung) .....100

Abbildung 44: Ressourcenanteil von Codes (links oben), Meldungen (rechts oben) und Totalverspätungen (unten) der BLS-Daten 2010 (eigene Darstellung).....101

Abbildung 45: Distance der BLS-ErZu-Codes 2010 bezüglich Primärverspätung ( $\epsilon = 0.05$ , eigene Darstellung) .....102

Abbildung 46: Distance der BLS-Daten 2010 bezüglich Streckenzuordnung ( $\epsilon = 0.05$ , eigene Darstellung) .....103

Abbildung 47: Primär- und Sekundärverspätung der BLS-Daten 2010 (eigene Darstellung) .....103

Abbildung 48: Ressourcenanteil von Codes (links oben), Meldungen (rechts oben) und Abweichungen (unten) der CBC-Daten 2009 (eigene Darstellung) .....104

Abbildung 49: Ressourcenanteil von Ursache und Massnahme bei CBC-Störungsdaten (eigene Darstellung) .....105

Abbildung 50: Distance der CBC-Störungsdaten 2009 zu Fahrplanabweichungen ( $\epsilon = 0.05$ , eigene Darstellung).....105

Abbildung 51: Ressourcenanteil von Codes (links oben), Meldungen (rechts oben) und Störungsdauer (unten) der DVB-Daten 2010 (eigene Darstellung) .....106

Abbildung 52: Distance der DVB-Daten 2010 bezüglich Störungsdauer ( $\epsilon = 0.05$ , eigene Darstellung).....107

Abbildung 53: Ressourcenanteil von Codes (links oben), Meldungen (rechts oben) und Totalverspätungen (unten) der SVZ-Daten 2009 – 2011 (eigene Darstellung).....108

Abbildung 54: Distance der SVZ-Daten 2009 – 2011 bezüglich Störungsdauer ( $\epsilon = 0.03$ , eigene Darstellung) .....109

Abbildung 55: Vektoren der Prognosefähigkeit (eigene Darstellung) .....115

Abbildung 56: Visualisierung der Vektoren der technischen Prognosekennzahl  $PKZ_t$  (eigene Darstellung) .....118

Abbildung 57: Visualisierung der Vektoren der betrieblichen Prognosekennzahl  $PKZ_b$  (eigene Darstellung) .....118

Abbildung 58: Variationskoeffizient der untersuchten Störungsklassen (eigene Darstellung) .....121

Abbildung 59: Zeitverlust durch Zwischenhalt bei diversen Beschleunigungen ( $m/s^2$ , eigene Darstellung).....	128
Abbildung 60: Dispositionsevaluation basierend auf der Prognose der Fahrplanabweichung (eigene Darstellung).....	137
Abbildung 61: Generischer Interventionsprozess (Schranil, et al., 2013) .....	141
Abbildung 62: Generischer Interventionsprozess mit SBB-Zeiten und Zeitschätzungen (eigene Darstellung) .....	142
Abbildung 63: Betriebliche Distance der SIP-Daten ( $\epsilon = 0.05$ , eigene Darstellung).....	144
Abbildung 64: Technische Distance der SIP-Daten ( $\epsilon = 0.05$ , eigene Darstellung) .....	145
Abbildung 65: Summenkurve der Ereignisdauern der SBB-Bahnsuizide 2010 - 2012 (eigene Darstellung) .....	148
Abbildung 66: Meldungsanteil aus 2009 bezogen auf die betrachteten Systeme (eigene Darstellung) .....	149
Abbildung 67: Meldungen zu DVB-Infrastrukturstörungen im Jahresgang 2009 (eigene Darstellung) .....	151
Abbildung 68: Meldungen zu DVB-Infrastrukturstörungen im Wochengang 2009 (eigene Darstellung).....	152
Abbildung 69: Meldungen zu DVB-Infrastrukturstörungen im Tagesgang 2009 (eigene Darstellung).....	152
Abbildung 70: Subsystemanteil der Weichenstörungen 2009 (eigene Darstellung).....	153
Abbildung 71: Subsystemanteil der Fahrstromstörungen 2009 (eigene Darstellung) .....	153
Abbildung 72: Interaktionen der Grundfunktionen (Schranil, et al., 2012).....	156
Abbildung 73: Legende zu den Meldekettendarstellungen (Schranil, et al., 2012) .....	156
Abbildung 74: Allgemeine Meldekette in Bahnsystemen (Schranil, et al., 2012) .....	157
Abbildung 75: Meldekette der SBB (eigene Darstellung) .....	159
Abbildung 76: Meldekette der CBC (eigene Darstellung).....	160
Abbildung 77: Meldekette der DVB (eigene Darstellung).....	162
Abbildung 78: Meldekette der SVZ (eigene Darstellung) .....	163
Abbildung 79: Toleranz- und Kommunikationsseite im Störfall (Schranil, et al., 2012).....	166
Abbildung 80: Legende zu den Kommunikationspfaden (eigene Darstellung).....	168
Abbildung 81: Kommunikationspfade zum Endkunden im Personenverkehr (eigene Darstellung).....	168
Abbildung 82: Kommunikationspfade zum Endkunden im Güterverkehr (eigene Darstellung) .....	169
Abbildung 83: Prognosetypen der Störungsprognose (eigene Darstellung) .....	172
Abbildung 84: Technische und betriebliche Störungsquantile der DB-Fallstudie 2010 (eigene Darstellung).....	174
Abbildung 85: Technische und betriebliche Störungsquantile der SBB-Fallstudie 2011 (eigene Darstellung) .....	175
Abbildung 86: Morphologie der Prognosegranularität (eigene Darstellung).....	177
Abbildung 87: Ebenen der Einzelprognose in der Bahnproduktion (Schranil, et al., 2013) .....	178
Abbildung 88: Konzeptionelle Übersicht über die Störungsprognose (eigene Darstellung) .....	180
Abbildung 89: Generischer Prozess der Störungsprognose (Schranil, et al., 2013) .....	181
Abbildung 90 :Gestörte und zur betrieblichen Entstörung einzusetzender Ressource (eigene Darstellung) .....	182
Abbildung 91: Implementierung einer Störungsprognose in die Bahnproduktion (Schranil, et al., 2013) .....	187
Abbildung 92: Verkettung von Technik, Mensch und Organisation bei der Störungsprognose (eigene Darstellung) .....	196

# Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Systemaspekte der Verkehrssysteme (eigene Darstellung nach Bruttomasse typischer Einheiten) .....	8
Tabelle 2: Teilnetze für den Bahnbetrieb nach (Weidmann, 2012) .....	10
Tabelle 3: Begriffsdefinition gemäss CLC TR 50126-2 (eigene Darstellung IVT) .....	26
Tabelle 4: Gewichtete Zahlungsbereitschaft (in CHF bzw. CHF/h) mit Standardabweichung (Hess, et al., 2008) .....	35
Tabelle 5: Sichtbarkeit gestörter Ressourcen in der Bahnbetriebsforschung (eigene Darstellung) .....	39
Tabelle 6: Abdeckung der abgeleiteten Forschungsfragen in den Fallstudien (eigene Darstellung) .....	42
Tabelle 7: Messprojekte der Knotenpünktlichkeit (eigene Darstellung) .....	45
Tabelle 8: Fallstudien im Vollbahnbetrieb nebst charakteristischen Werten (eigene Darstellung) .....	50
Tabelle 9: Fallstudien im Stadtbahnbereich nebst charakteristischen Werten (eigene Darstellung) .....	50
Tabelle 10: Berechnete Störungsquantile diverser ErZu-Codes 2009 (eigene Darstellung in (Schranil, et al., 2011)) .....	57
Tabelle 11: Exponential- und Normalverteilung für die Störungsprognose (eigene Darstellung) .....	58
Tabelle 12: Geometrische Analogie der Verknüpfung dreier quantifizierter Einzelbewertungen (eigene Darstellung) .....	63
Tabelle 13: Varianten von Wichtungen für Zielfunktionen am Beispiel der Disposition (eigene Darstellung) .....	64
Tabelle 14: Anforderungen und Voraussetzungen der Störungsprognose (Schranil, et al., 2013) .....	70
Tabelle 15: Analytierte Störungsdatenbanken der Forschungspartner (eigene Darstellung) .....	71
Tabelle 16: Klassifizierungsschema der Bottom-Up-Betrachtung (eigene Darstellung) .....	77
Tabelle 17: Klassifizierungsschema der Top-Down-Betrachtung (eigene Darstellung) .....	81
Tabelle 18: ErZu-Codes der SBB geordnet nach Distance (2011, $\epsilon = 1.00\%$ Distance, eigene Darstellung) .....	86
Tabelle 19: Betrachtete Betriebsstellen nebst Demografie bei der DB-Messung 2011/2012 (eigene Darstellung) .....	99
Tabelle 20: Anteil der Fahrzeugstörungen nach Flotte (ohne VKU Strab, eigene Darstellung) .....	109
Tabelle 21: Grundlegende Aussagen kleiner, mittlerer und grosser Störungsquantile (eigene Darstellung) .....	111
Tabelle 22: Abwägung kleiner, mittlerer und grosser Quantile (eigene Darstellung) .....	113
Tabelle 23: Evaluation des technischen bzw. betrieblichen Störungsquantils aus der PKZ (eigene Darstellung) .....	119
Tabelle 24: Elementare Dispositionsmassnahmen nebst Wirkung für Ersteller und Nutzer (eigene Darstellung) .....	125
Tabelle 25: Arbeitsschritte und Zeitbedarf (min) für mehrpersonaligen Triebfahrzeugwechsel (eigene Messung) .....	130
Tabelle 26: Prozesszeit für Führerstandswechsel mit einem Fahrpersonal (in Minuten, eigene Darstellung) .....	131
Tabelle 27: Maximale Synchronisationswartezeit bei diversen Streckentakten (eigene Darstellung) .....	132
Tabelle 28: Einzelbewertung elementarer Dispositionsmassnahmen (eigene Darstellung) .....	132
Tabelle 29: Ranking der Dispositionsmassnahmen mit verschiedenen Zielfunktionen (eigene Darstellung) .....	135
Tabelle 30: Mindestabweichungen vom Fahrplan für Dispositionsmassnahmen (in Minuten, eigene Darstellung) .....	136
Tabelle 31: Verfügbarkeitsreparaturzeit von Ereignissen aus 2011 bis 1.50 % Distance ( eigene Darstellung) .....	145
Tabelle 32: Bahnsuizide bei den SBB nach Wochentag (Anzahl 2009 - 2012, Dauer 2010 - 2012, eigene Darstellung) .....	146
Tabelle 33: Bahnsuizide bei den SBB nach Monat (Anzahl 2009 - 2012, Dauer 2010 - 2012, eigene Darstellung) .....	146
Tabelle 34: Bahnsuizide bei den SBB nach Uhrzeit (Anzahl 2009 - 2012, Dauer 2010 - 2012, eigene Darstellung) .....	147
Tabelle 35: Dauer von Bahnsuiziden nach Kantonen gerankt (eigene Darstellung) .....	148
Tabelle 36: Klassifizierung technischer Störungen der DVB (eigene Darstellung) .....	150
Tabelle 37: Zusammenstellung der zuständigen Stellen im Sinn der Meldekette (eigene Darstellung) .....	164
Tabelle 38: Farbcodierung der Prognosegenauigkeit (eigene Darstellung) .....	184
Tabelle 39: Prognosegenauigkeit der Störereignisklassen (> 5 % Distance) der Fallstudien (eigene Darstellung) .....	185