

1 Einleitung	.....	1
Robert Yen, Cornelie van Driel, Jens Schippl, Bettina Abendroth, Torsten Fleischer, Willibald Krenn, Constantin Pitzen und Heiner Monheim		
1.1 Was muss man sich unter „automatisiertem Fahren“ vorstellen?	.....	2
1.1.1 Klärung der Begriffe	.....	2
1.1.2 Welche Automatisierungsstufen gibt es?	.....	4
1.1.3 Wie entscheidet ein hoch- bzw. vollautomatisiertes Fahrzeug?	.....	6
1.1.4 Mögliche Anwendungsfälle für Level 4 Fahrzeuge	.....	9
1.1.5 Einsatzbestimmende Umstände für Anwendungsfälle	.....	11
1.2 Entwicklung des automatisierten Fahrens – ein Überblick	.....	15
1.2.1 Einleitung	.....	15
1.2.2 Historie des automatisierten Fahrens	.....	17
1.2.3 Visionen und Ziele des automatisierten Fahrens	.....	19
1.2.4 Roadmap des automatisierten Fahrens	.....	21
1.2.5 Allgemeine Entwicklungsszenarien von avF	.....	23
1.2.6 Entwicklungsperspektiven für avF im städtischen Raum	.....	25
1.2.7 Ausblick für die Etablierung von avF	.....	31
1.3 Leitbild automatisiertes Fahren – ein Szenario	.....	33
1.3.1 Automatisiertes Fahren im Licht der Mobilitätswende	.....	33
1.3.2 Szenario zur Entwicklung der Mobilität und des avF	.....	35
Literatur	.....	42
2 Die Stadt in ländlichen Regionen – sich entwickelnde Räume	.....	47
Barbara Lenz, Constantin Pitzen, Dennis Jaquet und Heiner Monheim		
2.1 Automatisiertes Fahren im ländlichen Raum – Potenziale vor dem Hintergrund von Mobilitätsverhalten und Mobilitätsbedarf in ländlichen Räumen heute	.....	48
2.1.1 Die Differenzierung von städtischen und ländlichen Räumen anhand von RegioStar	.....	48

2.1.2	Mobilität in städtischen und ländlichen Räumen im Vergleich.....	56
2.1.3	Schlussfolgerungen mit Blick auf die Einführung des automatisierten Fahrens im öffentlichen Verkehr	61
2.2	Anforderungen an ein automatisiertes ÖPNV-Netz – Großstadtrand, Stadt, Umland und Dorf.....	62
2.2.1	Ausbau eines flächendeckenden ÖV-Angebotes im ganzen Land unabhängig von Siedlungsdichte und bisheriger räumlicher und zeitlicher Nachfragestärke	63
2.2.2	Anwendung des Planungsprinzips Integraler Taktfahrplan (ITF).....	63
2.2.3	Entwicklung von Erschließungssystemen.....	66
2.2.4	Übergabe von Erschließungsfunktionen an private Mobilitätsanbieter	67
2.2.5	Der automatisierte ÖV.....	67
2.3	Der Kampf um den Verkehrsraum – öffentlicher Raum, Fahrradweg und Spur für automatisierten ÖPNV	68
2.3.1	Trends und Entwicklungen im Straßen-Seitenraum	73
2.3.2	Trends und Entwicklungen im Radverkehr.....	74
2.3.3	Trends und Entwicklungen im öffentlichen Verkehr.....	74
2.3.4	Straße der Zukunft?.....	76
	Weiterführende Literatur	79
3	Auswirkungen des automatisierten Fahrens	81
	Jens Schippl, Constantin Pitzen, Michael Alekxa, Willibald Krenn, Emanuele Leonetti, Markus Deublein, Erik Schaarschmidt, Torsten Fleischer, Robert Yen	
3.1	Verkehrliche Auswirkungen von avF: Risiken und Ansatzpunkte für deren Vermeidung.....	83
3.1.1	Einleitung	83
3.1.2	Mögliches Wachstum von Verkehrsnachfrage und Fahrleistung durch avF	84
3.1.3	Herausforderungen in ausgewählten Anwendungskontexten von avF	89
3.2	Anforderungen des avF an den Infrastrukturbedarf	93
3.2.1	Automatisiertes Fahren und Infrastruktur – einige einführende Anmerkungen	94
3.2.2	Anforderungen an die bauliche Infrastruktur bzw. Straßeninfrastruktur	96
3.2.3	Anforderungen an die digitale Infrastruktur	97
3.3	Auswirkung des hohen Datenbedarfs und die Frage nach Datensicherheit und Datenschutz.....	99
3.3.1	Cyber-Security – Stand der Dinge.....	100
3.3.2	Vernetzung.....	101
3.3.3	Daten	102

3.4	Auswirkung auf die Verkehrssicherheit im Mischverkehr	104
3.4.1	Einfluss des automatisierten Fahrens auf die Verkehrssicherheit im ÖPNV	105
3.4.2	Chancen und Risiken des automatisierten Fahrens für den ÖPNV	109
3.4.3	Umsetzungsempfehlungen für einen sicheren automatisierten ÖPNV	112
3.5	Betriebliche, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte des automatisierten Fahrens aus Sicht der Verkehrsunternehmen	116
3.5.1	Einleitung	116
3.5.2	Zielvision des automatisierten Fahrens im ÖPNV	117
3.5.3	Status quo des automatisierten und autonomen Fahrens im ÖPNV	118
3.5.4	(Betriebs-)wirtschaftliche Abschätzungen und Realisierbarkeit	126
3.6	Gesellschaftliche Aspekte des automatisierten Fahrens	128
3.6.1	Einleitung: Mobilität als soziotechnisches System	128
3.6.2	Erwartungen und Risiken	129
3.6.3	Zur gesellschaftlichen Akzeptanz von avF	132
3.6.4	Ethische Perspektiven	142
	Literatur	146
4	Akzeptanz und Nutzbarkeit automatisiertes Fahren	155
	Bettina Abendroth, Philip Joisten, Erik Schaaerschmidt und Tania Gianneli	
4.1	Attraktivität und Akzeptanz eines automatisierten ÖPNV	156
4.1.1	Technologieakzeptanz	156
4.1.2	Motive der Verkehrsmittelwahl	157
4.1.3	Soziodemografische Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl	162
4.1.4	Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität und Akzeptanz eines automatisierten ÖPNV	163
4.2	Anforderungen an die Nutzbarkeit eines automatisierten ÖPNV unter Berücksichtigung spezifischer Nutzergruppen	166
4.2.1	Die Fahrt mit einem automatisierten ÖPNV aus Sicht von Nutzenden	166
4.2.2	Spezifische Nutzergruppen	168
4.2.3	Nutzer-Anforderungen für alle Nutzenden	169
4.3	Kommunikation und Interaktion des automatisierten ÖPNV mit anderen Verkehrsteilnehmern	178
4.3.1	Kommunikation und Interaktion im Straßenverkehr	179
4.3.2	Kriterien für eine gelingende Kommunikation unter Teilnahme eines automatisierten ÖPNV	183

4.3.3 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	190
Literatur	191
5 Planungsverfahren für die Integration automatisierten Fahrens	197
Dennis Jaquet, Gregor Korte, Paul Rosenkranz und Christian Rudloff	
5.1 Herausforderung der Planung der Integration automatisierten Fahrens angesichts fehlender Normen	198
5.1.1 Die aktuelle Planungssituation	198
5.1.2 Grundsätze und mögliche Lösungsansätze für die Integration eines automatisierten ÖPNV.....	201
5.2 Herausforderung der Planung angesichts eines veränderten Mobilitätsverhaltens bzw. einer noch nicht bekannten Verkehrsnachfrage	204
5.2.1 Planungsveränderungen durch neue Mobilitätsformen.....	205
5.2.2 Neue Form der Datenerhebung notwendig	206
5.2.3 Analyse	210
5.2.4 Modellierung.....	211
5.3 Es besteht kein Platz für reservierte ÖPNV-Spuren – Optionen zur Neugestaltung des Straßenraums	214
Literatur	218
6 Rechtliche Aspekte des automatisierten Fahrens und der Personenbeförderung	221
Nadja Braun Binder, Peter Bußjäger, Raoul Fasler und Annette Guckelberger	
6.1 Rechtsrahmen für hochautomatisiertes Fahren in Deutschland.....	223
6.1.1 Einleitung	223
6.1.2 Gesetz zum autonomen Fahren	224
6.1.3 Autonome Fahrzeuge im ÖPNV	230
6.1.4 Ausblick	232
6.2 Automatisierter ÖPNV in Österreich.....	233
6.2.1 Einleitung	233
6.2.2 Verfassungsrechtlicher Rahmen	233
6.2.3 Relevantes Bundesrecht	237
6.2.4 Verwaltungsrechtliche Aspekte	240
6.3 Rechtsgrundlagen für automatisiertes Fahren in der Schweiz.....	244
6.3.1 Einleitung	244
6.3.2 Kompetenzverteilung zwischen Bund und Kantonen	245
6.3.3 Pilotprojekte	246
6.3.4 Rechtslage	247
6.3.5 Revision des Straßenverkehrsgesetzes	248
6.3.6 Haftungsrechtliche Fragen	255
Literatur	256

7 Handlungsleitfaden zur Integration automatisierten Fahrens	263
Constantin Pitzen, Heiner Monheim, Mario Zweig, Robert Yen und Christoph Marquardt	
7.1 Wie ist bei der Integration automatisierten Fahrens vorzugehen?	264
7.2 Wie kann eine Mobilitätsstrategie entwickelt werden, die die gezielte Integration automatisierten Fahrens berücksichtigt, bzw. wie lässt sich automatisiertes Fahren in eine bestehende Mobilitätsstrategie integrieren?	270
7.2.1 Priorität 1: Kfz-Verkehr vermeiden.	272
7.2.2 Priorität 2: Kfz-Verkehr verlagern.	273
7.2.3 Priorität 3: Verbleibenden, notwendigen Kfz-Verkehr verbessern und umweltfreundlich betreiben.	274
7.2.4 Prozess zur Mobilitätsstrategie	275
7.3 Was ist verkehrs- und raumplanerisch bei der Implementierung eines automatisierten ÖPNV zu beachten und welche der vorgestellten Methoden können wie zur Anwendung gebracht werden?	275
7.3.1 Nahverkehrsplanung in den Kommunen	276
7.3.2 Straßeninfrastruktur	278
7.3.3 Flächennutzungsplanung und Regionalplanung	284
7.3.4 Anpassung an Gesetze auf Landesebene	285
7.4 Beispiel Lindau – Die romantische Stadt am Bodensee bindet nicht erschlossene Siedlungsflächen an die großen Buslinien an und reduziert den Pendelverkehr.	285
7.4.1 Die Vision von klimaneutraler Mobilität in Lindau	285
7.4.2 Ausgangslage	286
7.4.3 Schlussfolgerungen und allgemeine Lösungsansätze	288
7.4.4 Automatisierter ÖPNV zur Überwindung der letzten Meile	290
7.4.5 Vision der Erschließung Oberreitnau und Unterreitnau mit einem automatisierten ÖPNV	291
7.4.6 Die Rolle des automatisierten ÖPNV für den Pendlerverkehr	293
7.5 Wie kann ein automatisiertes Fahrzeug oder eine automatisiert fahrende Transportdienstleistung beschafft und implementiert werden?	294
7.5.1 Am Anfang war die Frage	295
7.5.2 Definition der Anforderungen	306
7.5.3 Definition der Eignungs- und Zuschlagskriterien	308
7.6 Gesetzlicher Rahmen für die Zulassung automatisierter Fahrzeuge	310
7.6.1 Zulassung von automatisierten SAE Level 1 bis 3 Fahrzeugen	310
7.6.2 Zulassung von automatisierten SAE Level 4 Fahrzeugen	311
7.6.3 Ausblick	313
7.7 Automatisierter ÖPNV in der betrieblichen Umsetzung aus Sicht der Verkehrsunternehmen	314
7.7.1 Aufbau der Technischen Aufsicht	314

7.7.2	Fahrmeister 4.0	316
7.7.3	Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen für die Straßen	317
7.7.4	Anpassung Akku-Ladung, Fahrzeugpflege und -instandhaltung.	317
7.7.5	Anpassung der IT der Verkehrsunternehmen für den Einsatz autonomer Fahrzeuge	318
7.7.6	Planung des ÖPNV	319
7.7.7	Marketing-Kommunikation.	320
7.7.8	Kundenbetreuung	320
	Literatur.	321